

## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Caracterización geotécnica del suelo de fundación para mejorar el  
diseño de vías urbanas en la ciudad de Ilo-2023

#### TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

#### AUTORA:

Pomacosi Mansilla, Katia ([orcid.org/0009-0001-7222-7728](https://orcid.org/0009-0001-7222-7728))

#### ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique ([orcid.org/0000-0002-0684-5114](https://orcid.org/0000-0002-0684-5114))

#### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

#### LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

20244

## DEDICATORIA

La presente Tesis se la dedico a Dios por guiar mi camino, darme fuerza, salud y voluntad para seguir adelante de cada obstáculo que se me presento haciéndome más fuerte para alcanzar mis metas, permitiéndome llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi adorado **Padre Rafael Pomacosi Laricano**, por haberme inculcado desde niña la importancia de ser profesional e independiente. Tus sacrificios han pavimentado el camino para mis éxitos.

A mi madre **Gladys Mansilla Segura**, con amor y mucho cariño, por haber estado siempre presente, por los consejos, comprensión en los momentos más difíciles de mi carrera te amo mamá.

A mi pareja **CESAR AUGUSTO BARRIOS FLORES**, por ser mi principal soporte, por haber guiado cada paso con su amor, por estar siempre presente en cada pena y en cada triunfo, por soportar mis derrotas y ponerme de pie para seguir avanzando profesionalmente.

A mis hermanos **NELY, JHENER Y ERIKA**, por toda la convivencia y los años vividos en familia, por los bellos recuerdos, dedico este trabajo a ustedes, Aunque nuestras vidas han tomado caminos distintos y a veces la distancia se interpone los amo un montón.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios, quien fue proveedor de las fuerzas necesarias, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por guiar siempre mi camino y por haber puesto a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía, muchas gracias mi Dios.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han apoyado y acompañado en este viaje académico, y especialmente:

A mi Padre Rafael Pomacosi Laricano, con profunda gratitud y amor por todo su esfuerzo, trabajo, sacrificios y paciencia en todos estos años, por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

A mi madre, gracias por tus sacrificios, tu paciencia y tu cariño inagotable. Tus palabras de aliento y tu apoyo emocional me han dado la fortaleza para superar cada obstáculo.

Principalmente A mi pareja Cesar augusto Barrios Flores, quien me acompaño y nunca me dejo sola por complicado que se puso el camino en los distintos cambios que hubo a lo largo de la carrera haciéndome sentir siempre segura, por su inmenso apoyo, comprensión infinita muchas gracias mi amor.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Caracterización Geotécnica del Suelo de Fundación para Mejorar el Diseño de Vías Urbanas en la Ciudad de Ilo-2023", cuyo autor es POMACOSI MANSILLA KATIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 10 de Setiembre del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE <b>DNI:</b> 07239759 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 13-09-2024 11:08:47

Código documento Trilce: TRI - 0866530



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, POMACOSI MANSILLA KATIA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Caracterización Geotécnica del Suelo de Fundación para Mejorar el Diseño de Vías Urbanas en la Ciudad de Ilo-2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
KATIA POMACOSI MANSILLA <b>DNI:</b> 48423389 <b>ORCID:</b> 0009-0001-7222-7728	Firmado electrónicamente por: KAPOMACOSIMA el 10-09-2024 11:17:08

Código documento Trilce: TRI - 0866529

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	11
3.2 VARIABLES Y OPERALIZACIÓN .....	11
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	13
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	14
3.5 PROCEDIMIENTOS: .....	15
3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS: .....	16
3.7 ASPECTOS ÉTICOS .....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	92
VI. CONCLUSIONES.....	97
VII. RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS.....	101
ANEXOS .....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Investigación de Campo .....	22
Tabla 2: Resultados de Análisis Granulométrico: Vía N° 1 .....	28
Tabla 3: Resultados de Análisis Granulométrico: Vía N° 2 .....	28
Tabla 4: Resultados de Análisis Granulométrico: Vía N° 3 .....	29
Tabla 05: Resultados de Límites de Atterberg : Vía N° 1 .....	33
Tabla 06: Resultados de Límites de Atterberg : Vía N° 2 .....	34
Tabla 7: Resultados de Límites de Atterberg : Vía N° 3 .....	35
Tabla 08: Resultados de Contenido de Humedad: Vía N° 1 .....	38
Tabla 09: Resultados de Contenido de Humedad: Vía N° 2 .....	38
Tabla 10: Resultados del Ensayo de Contenido de Humedad: Vía N° 3 .....	39
Tabla 11: Resultados de Proctor Modificado Vía N° 1 .....	43
Tabla 12: Resultados de Proctor Modificado Vía N° 2 .....	44
Tabla 13: Resultados del ensayo de Proctor Modificado Vía N° 3 .....	44
Tabla 14: Resultados de CBR Vía N° 1 .....	47
Tabla 15: Resultados de CBR Vía N° 2 .....	48
Tabla 16: Resultados de CBR Vía N° 3 .....	48
Tabla 17: Tipo de Suelos y Simbolo .....	50
Tabla 18: Clasificación de Suelos AASHTO. ....	51
Tabla 19: Perfil Estratigráfico: Vía N° 1 – C- 1 .....	52
Tabla 20: Perfil Estratigráfico: Vía N° 1 – C-2 .....	53
Tabla 21: Perfil Estratigráfico: Vía N° 1 – C-3 .....	54
Tabla 22: Perfil Estratigráfico: Vía N° 1 – C-4 .....	55

Tabla 23: Perfil Estratigráfico: Vía N° 2 – C-1 .....	56
Tabla 24: Perfil Estratigráfico: Vía N° 2 – C-2 .....	57
Tabla 25: Perfil Estratigráfico: Vía N° 2 – C-3 .....	58
Tabla 26: Perfil Estratigráfico: Vía N° 3 – C-1 .....	59
Tabla 27: Perfil Estratigráfico: Vía N° 3 – C-2 .....	60
Tabla 28: Perfil Estratigráfico: Vía N° 3 – C-3 .....	61
Tabla 29: Perfil Estratigráfico: Vía N° 3 – C-4 .....	62
Tabla 30: Variables de Estudio, correspondientes al suelo de fundación.....	65
Tabla 31: Clasificación del Grado de Humedad.....	67
Tabla 32: Clasificación e incidencia de la humedad en el suelo de fundación .....	68
Tabla 33: Curva de Frecuencias de Contenido de Humedad.....	70
Tabla 34: Clasificación de Suelos con Relación al Tamaño de Partículas .....	72
Tabla 35: Incremento del Tamaño de Partículas del suelo de fundación .....	73
Tabla 36: Resultados Estadísticos del Análisis Granulométrico.....	74
Tabla 37: Curva de Frecuencias del Tamaño de Partículas.....	75
Tabla 38: Clasificación de Suelos de Acuerdo a la Plasticidad .....	77
Tabla 39: Caracterización del Suelo de Fundación según su Plasticidad .....	78
Tabla 40: Curva de Frecuencias del Índice de Plasticidad.....	80
Tabla 41: CATEGORIAS DE CBR DEL TERRENO DE FUNDACIÓN .....	81
Tabla 42: Análisis del índice CBR y frecuencias para la caracterización del suelo de Fundación.....	83
Tabla 43: ANÁLISIS DE CURVA DE FRECUENCIAS DE RESISTENCIA DEL SUELO DE FUNDACIÓN .....	85



Tabla 44: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y VARIABILIDAD DE LA VARIABLE RESISTENCIA .....	86
Tabla 45: Calculo de ESSAL .....	87
Tabla 46: Resultados deTasa Anual de Crecimiento .....	88
Tabla 47: Calculo de Ejes Equivalentes.....	89
Tabla 48: Resumen de Valores de Diseño de Pavimento .....	90
Tabla 49: RESUMEN DE RESULTADOS.....	94

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Ubicación.....	19
Figura 2: Ubicación de Calicatas: Vía N° 1 (A.H. Vista al Mar Calle 7 y 9).....	23
Figura 3: Ubicación de Calicatas Vía N° 2: ( Villa Universitaria Av 01 ).....	23
Figura 4: Ubicación de Calicatas Vía N° 3: (Promuvi 1-Santa Rosa Av 1– Algarrobal).....	24
Gráfico 04: Límites de consistencia: Vía N° 1 .....	34
Gráfico 05: Límites de consistencia: Vía N0 2 .....	35
Gráfico 06: Límites de consistencia: Vía N0 3 .....	36
Gráfico 07: Contenido de Humedad: Vía N° 1 .....	38
Gráfico 08: Contenido de Humedad: Vía N° 2.....	39
Gráfico 09: Contenido de Humedad: Vía N° 3.....	39
Gráfico 10: Proctor Modificado: Vía N° 1 .....	43
Gráfico 11: Proctor Modificado: Vía N0 2.....	44
Gráfico 12: Proctor Modificado: Vía N° 3 .....	45
Gráfico 13: CBR: Vía N° 1.....	47
Gráfico 14: CBR: Vía N° 2 .....	48
Gráfico 15: CBR: Vía N° 3 .....	49
Gráfico 16: Efecto de la Humedad Natural en el Suelo de Fundación.....	69
Gráfico 17: Representación visual de la composición del suelo de fundación, en relación al tamaño de sus partículas .....	73
Gráfico 18: PLASTICIDAD DEL SUELO DE FUNDACIÓN .....	79
Gráfico 19: Clasificación del suelo de Fundación respecto al CBR.....	84

## RESUMEN

La presente Tesis está ubicada en la ciudad de Ilo, situada en la región de Moquegua al sur del Perú, es un importante centro urbano y económico caracterizado por su actividad portuaria y su relevancia en el comercio nacional e internacional. Sin embargo, el desarrollo y mantenimiento de su infraestructura vial enfrenta desafíos considerables debido a las características geotécnicas del suelo de fundación presente en la zona. La presente tesis se enfoca en llevar a cabo una caracterización geotécnica detallada del suelo de fundación de las vías urbanas en la ciudad de Ilo. Este estudio tuvo como propósito principal comprender las propiedades físicas y mecánicas del suelo de fundación que sostiene la infraestructura vial, con el fin de proporcionar una base sólida del terreno de fundación para el diseño de los pavimentos. Mediante la recopilación de datos de campo y la realización de ensayos de laboratorio, se buscó identificar y evaluar la composición del suelo y otras características relevantes del suelo de fundación en diferentes sectores de la ciudad. Esto permitió comprender mejor su comportamiento ante cargas estáticas y dinámicas, así como prever posibles riesgos geotécnicos que puedan afectar la estabilidad y durabilidad de las vías urbanas. Se planteo una investigación de enfoque cuantitativo de diseño no experimental y alcance descriptivo ya que se midió y describió las variables del estudio, no se hizo variar en forma intencional la variable independiente para ver el efecto sobre las variables dependientes. El terreno de fundación fue el objeto de estudio al que se evaluó, donde se analizó las propiedades más importantes como son la humedad, el tamaño de partículas, la plasticidad y la resistencia, las cuales fueron analizadas con la aplicación de métodos de estadística descriptiva. Los resultados obtenidos de esta investigación proporcionarán información valiosa para los ingenieros civiles, planificadores urbanos y autoridades locales, quienes podrán utilizar estos datos para tomar decisiones informadas en el diseño, construcción y gestión de los proyectos de infraestructura vial de la ciudad de Ilo. Asimismo, se espera que este estudio contribuya a mejorar la calidad de vida útil del Pavimento, reducir los costos de mantenimiento y promover un desarrollo urbano más sostenible en la región.

**Palabra Clave:** Caracterización, Geotecnia, Suelo de Fundación, clasificación, resistencia, Pavimento Urbano.

## ABSTRACT

The present Thesis is located in the city of Ilo, located in the region of Moquegua in southern Peru, is an important urban and economic centre characterised by its port activity and its relevance in national and international trade. However, the development and maintenance of its road infrastructure faces considerable challenges due to the geotechnical characteristics of the foundation soil present in the area. The present thesis focuses on carrying out a detailed geotechnical characterisation of the foundation soil of urban roads in the city of Ilo. The main purpose of this study was to understand the physical and mechanical properties of the foundation soil supporting the road infrastructure, in order to provide a solid foundation soil base for pavement design. By collecting field data and conducting laboratory tests, we sought to identify and evaluate the soil composition and other relevant characteristics of the foundation soil in different sectors of the city. This allowed a better understanding of their behaviour under static and dynamic loads, as well as to foresee possible geotechnical risks that could affect the stability and durability of urban roads. A quantitative research approach with a non-experimental design and descriptive scope was used, since the study variables were measured and described; the independent variable was not intentionally varied to see the effect on the dependent variables. The foundation soil was the object of study that was evaluated, where the most important properties such as humidity, particle size, plasticity and resistance were analysed, which were analysed with the application of descriptive statistical methods. The results obtained from this research will provide valuable information for civil engineers, urban planners and local authorities, who will be able to use these data to make informed decisions in the design, construction and management of road infrastructure projects in the city of Ilo. It is also expected that this study will contribute to improve the quality of pavement life, reduce maintenance costs and promote more sustainable urban development in the region.

**Keywords:** Characterisation, Geotechnics, Foundation Soil, classification, strength, Urban Pav

## I. INTRODUCCIÓN

### REALIDAD PROBLEMÁTICA

**A nivel internacional: (Bravo, 2011, p.1).** Nos dice que “Los datos geotécnicos desempeñan un papel fundamental al proporcionar un Análisis más detallado del comportamiento de los suelos frente a desastres naturales. Esto adquiere una relevancia aún mayor al reforzar la idea de que estos eventos catastróficos pueden representar un serio impedimento para el progreso y el desarrollo de una región debido a sus consecuencias económicas negativas”., Así mismo **(Correa,2017)**, en su apartado “Carreteras, un problema global”, resalta el constante reto que afronta el País de Colombia durante décadas en lo que concierne al desempeño y diseño de su infraestructura vial que lamentablemente ha sufrido daños debido a proyecciones deficientes. Estos errores de planificación han resultado en una serie de tragedias humanas. Por lo tanto, se hace evidente la necesidad de replantear la planificación de una nueva infraestructura vial urbana que sea no solo económicamente viable y segura, además que respete y proteja el entorno ambiental. **A nivel nacional: (Sotil, 2015, p.26).** Señala que, “En Perú con frecuencia los proyectos ejecutados por las municipalidades, en particular en la construcción de vías urbanas no logran cumplir con eficacia el propósito original de proporcionar el nivel de servicio previamente planificado. Como resultado muchas de las vías construidas no cumplen con los estándares necesarios lo que conlleva a la necesidad de realizar mejoras que generan costos adicionales. La falta de herramientas adecuadas en la gestión pública ocasiona pérdidas económicas anuales debido a los gastos adicionales para el

mantenimiento y la conservación de los pavimentos. Estas pérdidas pueden evitarse por medio de la implementación de herramientas de gestión que abarcan desde la etapa de diseño del pavimento hasta la conservación y el correcto mantenimiento de las vías”. También **(Ureta,2017, p.42)**. Nos dice que “El objetivo fundamental de la caracterización es recopilar y realizar un análisis técnico de la información alcanzada a través de los estudios geotécnicos para describir y comprender de manera precisa las propiedades del suelo o material del lugar donde se requiere realizar un proyecto, para posteriormente identificar con una evaluación exhaustiva los posibles escenarios de falla y deformación que podrían ocurrir en la capa del suelo de fundación”. **A nivel Local**, La ciudad de Ilo actualmente se encuentra en desarrollo, por lo que en los últimos años el crecimiento urbano está en ascenso, y se vienen realizando nuevas construcciones de vías urbanas las cuales son fundamentales en el progreso económico y social. Han sido a lo largo de la historia un medio vital para el avance de las civilizaciones, constituyendo un elemento esencial en el progreso. Por lo que, surge la necesidad de comprender a profundidad el papel crucial que desempeña el suelo de fundación. El cual actúa como el cimiento principal de la infraestructura vial, su comportamiento es determinante para garantizar la estabilidad y durabilidad. Se debe reconocer que el terreno no es un elemento estático, si no que actúa como una estructura viva con propiedades físicas únicas que afectan su capacidad para resistir las tensiones y las cargas que se aplican. Entre las principales propiedades se incluyen la capacidad de soporte, la densidad, permeabilidad y la expansividad, las cuales deben ser evaluadas

minuciosamente. Resulta crucial analizar y comprender las propiedades del suelo y cada uno de los métodos de ensayos para caracterizar estas propiedades y las clasificaciones habituales en ingeniería de pavimentos, se debe destacar que para este caso y en términos generales de vías urbanas el comportamiento mecánico del suelo como terreno de fundación se convierte en el factor determinante. Por ello el objetivo principal radica en obtener la máxima estabilidad mecánica lo que implica asegurar que las tensiones se distribuyan de manera uniforme y que se eviten asentamientos excesivos. Por lo tanto, es necesario realizar una investigación a profundidad para Obtener información precisa y confiable del suelo de fundación se vuelve esencial realizar un reconocimiento inicial del terreno y a partir de esa información diseñar un programa completo de análisis de inspección e investigación en campo a lo largo de toda el área de las vías y en las zonas donde se obtendrán los materiales de construcción. Este proceso es crucial para identificar y comprender los diferentes tipos de suelos que puedan estar presentes Esto, a su vez, facilita un diseño apropiado de la estructura del pavimento y asegura la efectividad y longevidad de la infraestructura para este caso vial. En la presente tesis se plantea como **Justificación Social:** Las vías urbanas son fundamentales para lograr un buen desarrollo tanto social, como económico de cada uno de sus pobladores, la mala ejecución al no tener el suficiente conocimiento geotécnico repercute en el bienestar de los habitantes en términos de calidad de vida, por ello nace la necesidad de comprender a profundidad y prestar atención a temas de evaluación geotécnica y caracterización del suelo de fundación para la ejecución de obras viales. La **Justificación Metodológica:** Es

de carácter aplicado con un enfoque cuantitativo, al iniciar las construcciones de nuevas vías urbanas en la ciudad de Ilo, no se brinda importancia necesaria a la evaluación geotécnica del sector a ejecutarse, siendo este motivo por el cual, poco tiempo después de ser culminadas las obras de pavimentación, estas comienzan a presentar deficiencias, es decir distintos tipos de fallas. Como **Justificación Técnica:** El proceso constructivo de vías urbanas mejora significativamente mediante la realización de una caracterización geotécnica detallada del suelo de fundación. Este análisis exhaustivo no solo contribuye a un desarrollo constructivo más eficiente, sino que también facilita la identificación de posibles desafíos geotécnicos, al comprender a fondo las propiedades y comportamiento del suelo en la fase inicial del proyecto se establece un fundamento firme para la toma de decisiones adecuadas lo que resulta esencial para garantizar la durabilidad, seguridad y funcionalidad óptima de las vías urbanas a lo largo del tiempo. Por todo lo mencionado, se tiene el siguiente **Objetivo general:** Establecer una caracterización geotécnica detallada del suelo de fundación para determinar su idoneidad y capacidad de soporte para la estructura de vías urbanas en la ciudad de Ilo-2023. Y como **Objetivos específicos:** **OE - 1.** Analizar y detallar los factores y parámetros geotécnicos que influyen en la capacidad de soporte de los suelos utilizados como cimiento en la construcción de vías urbanas en la ciudad de Ilo – 2023, **OE - 2.** Evaluar Las características físicas y mecánicas del suelo de cimentación, identificar, describir y clasificar desde un punto de vista geotécnico para elaborar el perfil del suelo. Y **OE3.** Determinar el Diseño estructural del pavimento (flexible) para vías de alto tránsito de la ciudad de Ilo - 2023. Teniendo



como **Hipótesis general:** La caracterización geotécnica del suelo de cimentación es favorable e idónea para soportar la construcción de vías urbanas en la ciudad de Ilo-2023. **Hipótesis específicas: HE1.** Los factores y parámetros geotécnicos precisan la capacidad de los suelos de fundación para la cimentación de vías urbanas en la ciudad de Ilo-2023, **HE2.** Las propiedades físicas y mecánicas del suelo de fundación definen la cimentación de vías urbanas en la ciudad de Ilo-2023. Y **HE3.** El tipo de suelo y las características geotécnicas que revela el perfil del suelo de cimentación permiten establecer parámetros de resistencia esenciales para el diseño de vías urbanas en la ciudad de Ilo-2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Tomando en cuenta Como **Antecedentes Internacionales: Hermosilla (2021)**, en su estudio tuvo como **objetivo** Desarrollar una evaluación exhaustivo de las condiciones geológicas y evaluar los parámetros geotécnicos con el objetivo de determinar la idoneidad y viabilidad para llevar a cabo la construcción del embalse Livilcar que se encuentra ubicado en el Valle de Azapa-Arica en el País de Chile, donde la **metodología** el autor menciona que la metodología la divide en tres etapas de trabajo lo que le permite desarrollarse de manera eficaz las cuales son recopilación de información, descripción de características geomorfológicas y diseño de mallas de sondajes obteniendo, donde tuvo Como **resultado** determina que la baja calidad geotécnica y la elevada permeabilidad en determinadas áreas, especialmente en la región cercana al plinto en las proximidades del cauce podrían atribuirse a sectores de fallamiento que impactan adversamente en la roca no obstante esto no se confirma de manera constante, por consiguiente no es

factible establecer una relación directa con las fallas lo cual puede estar relacionado con la limitada actividad tectónica registrada en estas estructuras durante los últimos millones de años. **Muñoz y Corredor (2018)**, tuvo como **objetivo** Realizar una evaluación detallada y una valoración exhaustiva de las variables geológicas, geomorfológicas y geotécnicas presentes en el corredor vial con el propósito de identificar y definir zonas homogéneas. Este proceso implica analizar minuciosamente los factores relacionados con la geología, la forma del terreno y las características similares en el contexto del corredor vial, donde la **metodología**, que realizó el autor fue experimental el cual menciona que se hizo en 4 etapas las cuales son etapa de campo, laboratorio, modelamiento y análisis de resultados, el autor **concluye**, de todo lo analizado que exhibe una configuración característica de meteorización, evidenciando la presencia de saprolito y una transición gradual de suelo a roca. Además, se destaca que el perfil geológico podría servir como fuente de materia prima para su implementación en la capa de subbase de proyectos de construcción, este reconocimiento detallado del subsuelo proporciona información valiosa para la planificación y ejecución de obras que requieran consideraciones específicas sobre la composición geológica del terreno. **Ocampo & Buitrago (2019)**, tuvo como **objetivo**, la realización de un estudio geotécnico y la planificación del diseño de pavimento para la vía interna del condominio denominada “Ruitoque Contry Club” situado específicamente en el km dos de la vía. Este enfoque integral implicó el análisis detallado de las condiciones geotécnicas y la formulación de un diseño de pavimento adecuado para optimizar la infraestructura vial dentro de dicho condominio, donde la

**metodología**, se estructura en diversas etapas, iniciando con la exploración geotécnica que comprende desde la recopilación de datos preexistentes hasta la ejecución de ensayos y análisis de laboratorio, posteriormente se pasó a realizar a la etapa de diseño del pavimento donde se traducen los resultados obtenidos en la etapa geotécnica en un plan integral para la construcción del pavimento, este enfoque secuencial asegura una planificación detallada y fundamentada con el objetivo de lograr un diseñar un pavimento eficiente y duradero, como **resultado**, obtuvieron a través de la caracterización geotécnica que el material presente es de color café parda, en cuanto a sus propiedades se destaca una plasticidad moderada a alta con un rango de humedad(w) oscila entre medio y alto, lo que determina que el suelo se clasifica como limo y arcilla, **Acuña y García (2017)**, tuvo como **objetivo**, realizar la caracterización del tramo de investigación el cual abarca una extensión de 31.3 kilómetros de una carretera que se encuentra ubicada en Comején-Nicaragua, donde la **metodología**, fue de naturaleza básica basado en un enfoque cuantitativo y una estructura experimental la cual fue realizada en tres etapas que son trabajo de gabinete, trabajo de campo, análisis y interpretación de datos, el autor **concluye** que los resultados obtenidos de la carretera estudiada correspondientes a las propiedades físicas y mecánicas del suelo dan como resultado la clasificación de tipo grava areno-limosa en una Profundidad de . 0.30 metros se identificaron suelos de tipo A – 2 - 6 y A – 2 - 4, y además en una cuenca más profunda 1.50 metros donde se halló (arcilla arenosa) y (arcilla gravosa) de clasificación AASHTO A – 7 - 6, A – 7 - 5 y arenas con arcillas y gravas clasificadas como (A-6) y (A-5). Por otro lado, como

**Antecedentes Nacionales: Pérez (2020)**, tuvo como **propósito**, identificar y establecer características geotécnicas del material de subrasante, con una muestra de 93 calicatas de exploración donde definió siete tramos geotécnicos, que tienen las propiedades físico-mecánicas similares, teniendo el área de estudio ubicado en Arequipa obteniendo como **resultado** que los materiales presentes a lo largo de la línea de investigación están mayormente compuestos por suelos clasificados como A – 1 – A - a, A – 1 - b, A – 2 - 4 y A - 4, que son (gravas arenosas) y (gravas limosas) con respecto a la humedad obtuvo un promedio del 7%. Estos suelos se caracterizan por ser semicompacto a compacto y presencia de macizo rocoso suelto también posee una capacidad de soporte que alcanza el 95% de la MDS, se encuentra entre el 20% y 88%, lo cual indica que es una subrasante excelente, por lo que finalmente el autor **concluye** indicando que los suelos presentan características similares por tramos, correspondientes a suelos granulares de origen aluvial, coluvial, fluvio-glaciar. y recomienda para lograr una adecuada caracterización se debe realizar una perforación de diamantina, ensayos geofísicos, muestreo de los materiales de canteras y muestreo de las tres fuentes de agua, para conocer la calidad de cada una de ellas y determinar su uso adecuado en obra. **Aguilar y Robles (2020)**, tuvieron como **objeto** hacer las características geotécnicas de los segmentos de roca ubicados en alto Perú en Cajamarca y llevar a cabo una evaluación para determinar su adecuación como material de lastre, donde la **metodología** fue de naturaleza aplicada, donde utilizo un diseño de investigación descriptivo de corte transversal, donde la población estudiada estuvo constituida por material rocoso y cantera, con una muestra

conformada por 10 material de masa rocosa y 10 de material de agregado de cantera, obteniendo Como **resultado** indica que el macizo rocoso tiene una evaluación promedio de RMR de 70 el cual es indicativo de una buena calidad del macizo rocoso y resultados de granulometría que cumplen con los estándares de la normativa ASTM-147. Además los resultados obtenidos del porcentaje de abrasión los angeles se encuentran en el rango de 27.8 y 30.8 en porcentaje, el autor finalmente **concluye** que las características del macizo rocoso es considerada como buena y el material proveniente de la cantera satisface los requisitos de las normativas establecidas lo cual asegura su idoneidad para ser utilizado tanto en el lastrado de carreteras no pavimentadas como en la estabilización de vías, cumpliendo con estándares que garantizan su eficacia y durabilidad en aplicaciones específicas de infraestructura vial, (ZAMATA, 2022), tuvo como objetivo analizar detalladamente las propiedades geotécnicas que desempeñan un factor significativo en el análisis de estabilización de suelos el cual fue realizado en el kilómetro tres a cuatro de la carretera de Challhuacho en Espinar-Cusco, donde la **metodología** la investigación adopta un enfoque mixto que combina aspectos descriptivos y analíticos, este método se llevara a cabo mediante el procesamiento e interpretación de datos recolectados tanto de manera cualitativa, la cual incluirá ensayos de laboratorio así como el estudio y la correcta interpretación de los resultados que surgieron por las pruebas efectuadas en diversas muestras extraídas de diferentes puntos, como **resultado** obtuvo que al analizar las condiciones geotécnicas de cada estrato del suelo se observó que no todos cumplían con los parámetros geotécnicos necesarios para mejorar la

funcionalidad del suelo, se introdujo agentes estabilizadores, En el tramo 3 se utilizó emulsión asfáltica al 1.8%, mientras que en el tramo 5 se optó por cemento al 3%, además se encontró turba en algunos lugares del tramo 5, lo cual será reemplazado por material de cantera para mejorar la estabilidad y asegurar un rendimiento óptimo. (ATENCIO, 2019), tuvo como **objetivo**, investigar las particularidades geotécnicas para la elaboración de la carretera “Santa Rosa” en el tramo seis al catorce en Ilave-Puno. donde la **metodología**, fue una combinación de enfoques tanto experimental y descriptivo, que consistió en recopilar datos e información cualitativos y cuantitativos, que luego se analizaron e interpretaron para facilitar el diseño del proyecto. La muestra estuvo representada por 8 km de los 22+720 km que inicia en la progresiva 6+000, hasta 14+000. como **resultado**, obtuvo que los suelos predominantes consistían principalmente en arenas con baja plasticidad, limos y arcillas, además de arenas limosas, gravas con contenido arcilloso y arcillas orgánicas. También se detectó la existencia de un nivel freático a una prof. de 1,3 m. respecto al nivel del terreno de cimentación, el (CBR) obtenidos oscilaron entre el 4% y el 6%. El autor **concluye**, que el estudio identificó depósitos aluviales recientes compuestos principalmente por arenas, limos arcillosos y arcillas, y se evaluaron las condiciones tanto físicas, como mecánicas del material representativo procedente de las diversas canteras. Posteriormente es importante conocer conceptos referentes a esta investigación:

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

##### **Tipo de investigación:**

Este trabajo de Tesis es de naturaleza aplicada dado que se enfoca en abordar un problema concreto y real. El objetivo principal es generar conocimiento que tenga aplicaciones directas y beneficios tangibles mediante métodos de análisis tradicionales como pruebas en laboratorio.

##### **Diseño de investigación:**

Esta Tesis adopta un enfoque cuantitativo No Experimental, principalmente porque no manipularemos con premeditación las variables, es decir se llevarán a cabo investigaciones en las que no se hará alterar de manera premeditada las variables independientes para observar sus efectos en las demás variables.

#### **3.2 VARIABLES Y OPERALIZACIÓN**

##### **Variable Independiente: suelo de fundación**

- **Definición Conceptual:**

Es la capa del suelo sobre la cual se sostiene la estructura del pavimento que proporciona una base sólida sobre la cual se distribuyen todas las cargas, su calidad es fundamental para la estabilidad del pavimento.

- **Definición Operacional:**

Es la capa del suelo en el cual se realizan varios ensayos con el propósito de analizar sus propiedades, clasificación. Para definir el tipo de suelo posteriormente se compacta para el pavimento

- **Dimensiones:**

Estudio de Suelos, Capacidad de Soporte

- **Indicadores:**

Perfil estratigráfico: análisis granulométrico, límites atterberg, humedad natural, Proctor modificado, CBR

- **Escala de medición:** Es de Razón

**Variable Dependiente: caracterización geotécnica**

- **Definición Conceptual:**

La caracterización geotécnica es el proceso de recopilar, analizar y comprender las propiedades y comportamientos del suelo.

- **Definición Operacional:**

La caracterización geotécnica busca analizar y describir las propiedades y comportamientos individuales de la variedad de materiales que se identifican en el suelo.

- **Dimensiones:**

Resistencia del Suelo, deformación del suelo

- **Indicadores:**

Puntos de exploración

- **Escala de medición:**

Es de Razón



### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### **Población**

**Tamayo (2003, p.174)**, Define que el concepto de población es al conjunto global de elementos que son objetivo de análisis en una investigación. Estos elementos pueden ser diversos y abarcar diferentes características, tanto propias del área de estudio como externas a ella. En el presente caso, la población se define como la totalidad de las vías urbanas existentes en la ciudad de Ilo.

#### **Muestra**

Según **Hernández (2014, p. 173)**, Nos dice que es un pequeño conjunto derivado de la población de estudio que representa significativamente. Para esta investigación La Muestra serán 4 vías urbanas de la ciudad de Ilo las cuales son:

- Muestra 1: A.H. Vista el Mar.
- Muestra 2: Av 1 villa universitaria – pampa inalámbrica.
- Muestra 3: Av. 01 del promuvi 1 – El Algarrobal.

#### **Muestreo**

El muestreo adoptado en el desarrollo de esta investigación – tesis es no probabilístico, por lo que la selección de las muestras se realizará directamente según el criterio y juicio del investigador. Este enfoque proporciona flexibilidad al investigador para elegir específicamente los elementos de la población que considera más relevantes y representativos.

## **Unidad de Análisis**

Se realizará la investigación geotécnica de 3 vías urbanas

### **3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de datos en este estudio se llevará a cabo mediante la aplicación de técnicas de observación, donde se registrarán detalladamente las condiciones y comportamientos relevantes. Además, se realizarán ensayos de laboratorio de mecánica de suelos para alcanzar información más específica sobre las propiedades del suelo. Estas metodologías combinadas proporcionarán un enfoque integral para obtener datos precisos y comprensivos para la presente investigación.

#### **Instrumentos:**

**Monje (2011)** menciona que los denominados instrumentos de exploración constituyen tanto herramientas virtuales como físicas utilizadas con el propósito de obtener los resultados deseados en un estudio. Estos medios ya sean digitales o físicos, desempeñan un papel crucial al facilitar la selección de datos, el estudio y la interpretación de la información necesaria para avanzar en la investigación. Su elección y aplicación estratégica influirá directamente en la calidad y validez de los resultados obtenidos, haciendo que la selección cuidadosa de instrumentos sea esencial para la efectividad de la exploración. Para el perfeccionamiento de este estudio, los instrumentos que se manejarán serán los formatos de laboratorio de mecánica de suelos que son de acuerdo a los ensayos a realizar, las fichas de datos obtenidos, la normativa vigente.

### **3.5 PROCEDIMIENTOS:**

Para esta investigación tenemos la etapa preliminar, etapa en campo, etapa de análisis de laboratorio, etapa en gabinete y finalmente la validez y confiabilidad tal como se detalla a continuación:

#### **Etapa Preliminar:**

Esta etapa es con el propósito de analizar las muestras a estudiar, Fichas de recolección de datos, etc. Donde se emplearán herramientas para una correcta recaudación de información, los cuales son:

- Fichas de obtención de información
- herramientas de escritorio que se utilizarán para el registrar la información que se obtendrán en campo
- Cámara Fotográfica para la toma de fotografías en campo
- Sacos de polietileno.

#### **Etapa de Campo:**

En esta fase se hará el muestreo de cada uno de los materiales será mediante excavaciones denominadas calicatas. El equipo que será utilizado es maquinaria para apertura de las calicatas y/o herramientas manuales como picos, palas, barretas, etc. Para realizar el muestreo respectivo en todas las calicatas.

#### **Etapa de Análisis de Laboratorio:**

En esta etapa se realizarán la caracterización de las propiedades físicas mediante ensayos en los cuales se utilizará los equipos de laboratorio.

### **Etapas de Gabinete:**

Esta etapa consiste en la realización e interpretación de perfiles y modelos geotécnicos para analizar la información adquirida en laboratorio correspondientes a los ensayos realizados.

### **Validez y Confiabilidad**

Los certificados de los formatos serán sometidos a revisión y aprobación de acuerdo con la evaluación del especialista en mecánica de suelos a cargo del laboratorio, luego el área correspondiente proporcionara la aprobación oficial y el sellado de los resultados obtenidos los cuales serán entregados junto con el respectivo certificado que acredita la calibración vigente de los aparatos y/o equipos que se utilizaran.

### **3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS:**

El enfoque de análisis de resultados es de naturaleza metodológica ya que se llevó a realizar pruebas de laboratorio con el objetivo de poner a prueba tanto la hipótesis como los objetivos establecidos.

### **3.7 ASPECTOS ÉTICOS**

En esta investigación, se proporcionó la información teórica siguiendo rigurosamente los principios éticos, respetando y citando a los autores de tesis, entre otros. La realización de esta investigación – tesis, se llevó a cabo siguiendo las directrices de las pautas de preparación de estudios de investigación de la Universidad Cesar Vallejo, siendo esta aprobada en fecha 16/03/2023 mediante Resolución de Vicerrectorado de Investigación N° 062-2023-VI-UCV. Además, se

han seguido las normas de citación establecidas en las referencias ISO 690 y 690-2.

#### **IV. RESULTADOS.**

##### **DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La finalidad principal de esta tesis es investigar las propiedades y características físicas, junto con el desempeño geotécnico de los suelos en el área de fundación de las zonas estudiadas. A partir de las muestras recolectadas y los datos alcanzados en los análisis y clasificaciones de laboratorio, se identificó la capacidad de soporte del suelo utilizando el ensayo de Relación de Soporte de California, por sus siglas en inglés (C.B.R.). Y así ser utilizado en su estado natural o ser mejorado para la conformación del paquete estructural (SN) Pavimento.

Esta investigación contempla la caracterización geotécnica de 3 vías urbanas en la ciudad de Ilo, bajo, mediano y alto volumen de tránsito, para esta investigación se efectuó el diseño del paquete estructural de alto tránsito; por ser la vía de mayor IMDA (Índice Medio Diario Anual). las que tienen por nombre: Calle 7 y 9 que corresponden al A.H. Vista al Mar (Bajo Volumen de Tránsito), que para esta investigación de ahora en adelante será VIA N° 1; Av 01 que corresponde a villa universitaria – pampa inalámbrica (Mediano Volumen de Tránsito), que para esta investigación en adelante será VIA N° 2 y Av. 01 del Promuvi 1 que corresponde a Santa Rosa – El Algarrobal (Alto Volumen de Tránsito), que para esta investigación en adelante será VIA N° 3.

## **5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **5.1.1 GENERALIDADES**

#### **UBICACIÓN POLÍTICA**

Este estudio fue realizado en la región de Moquegua, ubicada en el sur del Perú. Esta región comparte límites al norte con los departamentos de Arequipa y Puno, mientras que al este colinda con Tacna. La investigación se enfocó en una zona específica dentro de esta región, seleccionada por su relevancia geográfica y su proximidad a estas áreas limítrofes, lo que la convierte en un punto clave para el análisis de sus características.

Republica : Perú

Región : Moquegua

Provincia : Ilo

Distrito : Ilo

Altitud : de 9 m.s.n.m. a 16 m.s.n.m.

Figura 1. Ubicación



### Condiciones Climáticas

La provincia de Ilo se distingue por su carácter cálido y árido, con condiciones climáticas típicas de un entorno desértico. Durante los meses de verano enero y marzo las temperaturas tienden a ser muy elevadas, alcanzando niveles de calor intenso que pueden resultar bastante sofocantes. En contraste, los meses de invierno Julio y Agosto experimentan temperaturas moderadas, las lluvias suelen ser leves y dispersas, concentrándose principalmente

Un fenómeno notable durante la época invernal que son las neblinas que se forman en la zona, estas neblinas son densas y persistentes, extendiéndose por las extensas pampas costeras de la región. Su presencia puede reducir significativamente la visibilidad y crear condiciones de humedad relativa más altas en comparación con el clima seco predominante en otras épocas del año.

**OG:** Después de una inspección inicial del terreno, Se implementó un programa de exploración y estudio en el campo a lo largo del recorrido de las vías, con el

objetivo de reconocer y clasificar las diversas clases de suelos que se ubican en el en la zona. Este procedimiento incluyó la observación y análisis de cortes tanto naturales como aquellos generados por la intervención humana, además de la identificación y evaluación de los diferentes estratos de suelos superficiales. Este enfoque permitió obtener una comprensión detallada de la composición y distribución del terreno en el área de estudio. Además, se efectuaron zonificaciones para agrupar áreas con características similares de suelo, lo que permitió una comprensión más detallada de las condiciones de cada uno de los terrenos analizados.

**OE1:** Se procedió a la localización y excavación de calicatas a cielo abierto en áreas específicas, seleccionadas en función de las distintas tipologías de suelos que se encuentran en el terreno. Estas calicatas se abrieron con el propósito de obtener muestras de suelo en cantidades suficientes para su posterior análisis en un laboratorio especializado en mecánica de suelos. En cada calicata, se llevó a cabo una descripción visual exhaustiva del perfil estratigráfico del suelo, con especial atención a la identificación de materiales orgánicos, el nivel freático, la humedad natural, y otras características relevantes cuando correspondía. Las muestras extraídas fueron recolectadas en cantidades adecuadas y clasificadas como disturbadas o alteradas, para ser enviadas al laboratorio de mecánica de suelos, donde se sometió a una serie de ensayos destinados a evaluar sus propiedades físico-mecánicas. Este procedimiento es crucial para obtener datos exactos y minuciosos acerca de las características del suelo en el sitio de estudio, lo que es fundamental para el diseño seguro y adecuado de la infraestructura, así



como para la evaluación de su estabilidad a largo plazo. A continuación, se ofrece un desglose detallado del proceso mencionado, con el fin de proporcionar una comprensión clara de las etapas involucradas y de la importancia de cada una en el contexto de la investigación.

### **a) Investigaciones en Campo**

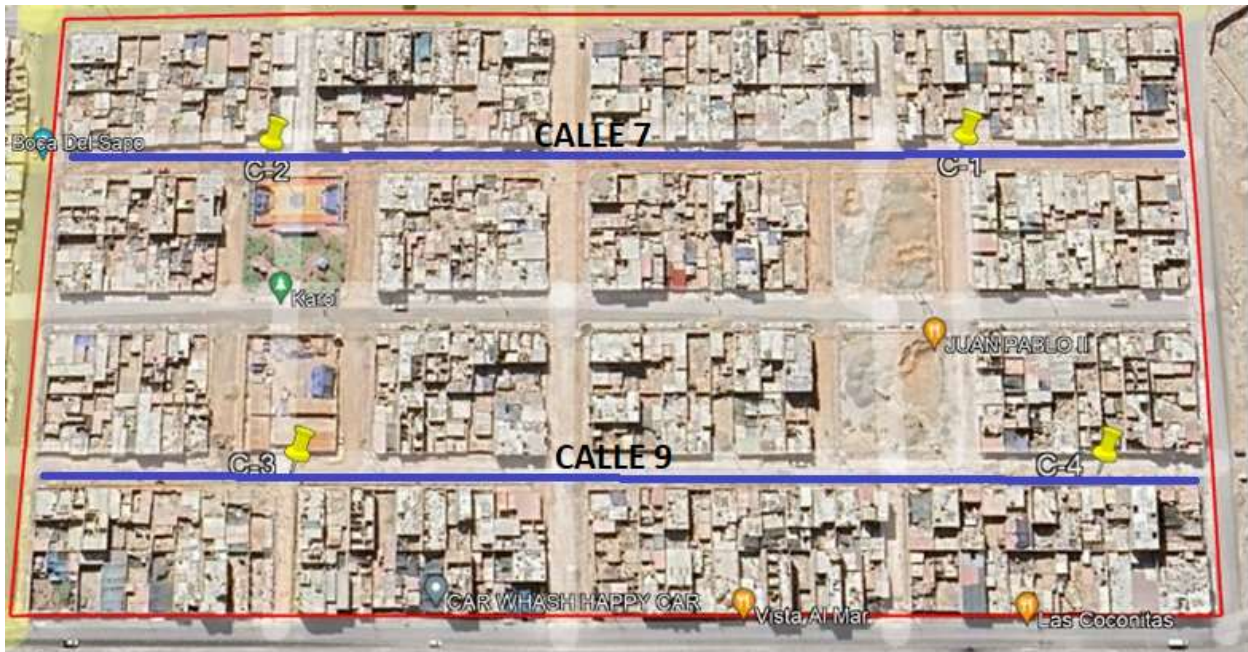
En relación con la investigación de campo, se ha realizado una ubicación estratégica de las calicatas excavadas a cielo abierto. Estas calicatas fueron colocadas de manera planificada para asegurar que se capturen muestras representativas del suelo en diversas áreas de interés. Esta disposición cuidadosa permitió maximizar la eficiencia del estudio, garantizando que la información obtenida refleje con precisión la situación del terreno, lo que es esencial para las fases posteriores del análisis geotécnico. A las que se denominó C-01, C-02, C-03 y C-04 de acuerdo a la zona de investigación con profundidades de 1.50 mts. Para visualizar el Perfil estratigráfico de donde se extrajeron las muestras alteradas, para realizar los análisis correspondientes de acuerdo a las normas establecidas.

Tabla 1: Investigación de Campo

UBICACIÓN	Nº CALICATA	PROFUNDIDAD	CARRIL/LADO
A.H. VISTA AL MAR (Calle 7 y Calle 9)	C-1	1.50m	Lado Izquierdo a la calzada de la Calle Nº 7
	C-2	1.50m	Lado Derecho a la calzada de la Calle Nº 7
	C-3	1.50m	Lado Izquierdo a la calzada de la Calle Nº 9
	C-4	1.50m	Lado Derecho a la calzada de la Calle Nº 9
VILLA UNIVERSITARIA AV 01	C-1	1.50m	Lado Izquierdo a la calzada de la avenida
	C-2	1.50m	Lado Central a la calzada de la avenida
	C-3	1.50m	Lado Derecho a la calzada de la avenida
PROMUVI 01 - AV 01 - ALGARROBAL	C-1	1.50m	Lado Izquierdo a la calzada de la avenida
	C-2	1.50m	Lado Central a la calzada de la avenida
	C-3	1.50m	Lado Derecho a la calzada de la avenida
	C-4	1.50m	Lado Izquierdo a la calzada de la avenida

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 2:** Ubicación de Calicatas: Vía N° 1 (A.H. Vista al Mar Calle 7 y 9)



Fuente: Google Earth

**Figura 3:** Ubicación de Calicatas Vía N° 2: ( Villa Universitaria Av 01 )



Fuente: Google Earth

**Figura 4:** Ubicación de Calicatas Vía N° 3: (Promuvi 1-Santa Rosa Av 1–Algarrobal)



Fuente: Google Earth

## **Muestreo**

Se efectuó la obtención de muestras alteradas de cada estrato y excavación, para su posterior ensayo en el laboratorio, seleccionando las más representativas de cada una de las calicatas.

## **Registro de Excavaciones**

Así mismo, se efectuó un registro completo de las calicatas, con el propósito principal de analizar las características de cada uno de los estratos encontrados y comprender mejor la composición del terreno.

La programación del Trabajo realizada en la presente Tesis consistió en:

- Reconocimiento del área de investigación
- Recopilación y/o selección de Información encontrada
- Ubicación y Excavación de cada una de las Calicatas
- Muestreo de material encontrado en Calicatas

- Elaboración de Ensayos en Laboratorio MDS
- Análisis de los resultados de cada uno de los ensayos en Campo y obtenidos en Laboratorio
- Realización del Perfil Estratigráfico de cada una de las Calicatas

## **b) ENSAYOS DE LABORATORIO**

Se escogieron muestras alteradas que representaban adecuadamente los suelos identificados, para posteriormente realizar ensayos de identificación y clasificación que permitan cumplir con los objetivos de esta investigación para lo cual se coordinó con el laboratorio de Mecánica de Suelos de la empresa GEOPOL E.I.R.L. Situada en la ciudad de Ilo. Estos ensayos que serán enumerados a continuación, se llevaron a cabo siguiendo las directrices establecidas por la American Society For Testing Materials (ASTM).

(Ver resultados de los Ensayos de Laboratorio en el Anexo I)

- Análisis Granulométrico	(NTP 339.090).	ASTM D - 422
- Limite Liquido	(NTP 339.129).	ASTM D – 423 - 4318
- Limite Plástico	(NTP 339.129).	ASTM D – 424 - 4318
- Contenido de Humedad	(NTP 339. 127).	ASTM D - 2216
- Peso Específico	(NTP 339.131).	ASTM – D 854
- Ensayo de Proctor M.	(NTP 339.141)	ASTM D - 1557
- Ensayo de C.B.R.	(NTP 339. 145)	ASTM D - 1883

Utilizando los resultados obtenidos, se llevó a cabo la clasificación de los suelos empleando los métodos establecidos por AASHTO y SUCS. Estos sistemas de clasificación permitieron categorizar los suelos de acuerdo con sus características físicas y mecánicas, proporcionando una comprensión más precisa de su

comportamiento potencial bajo diferentes condiciones de carga. La aplicación de estos métodos de clasificación es crucial para el diseño y la planificación de obras civiles, ya que asegura que los materiales se usen de manera adecuada y segura en la construcción de infraestructura vial.

#### - **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422**

Es un método estándar utilizado para identificar la distribución de las dimensiones de las partículas. Este procedimiento es fundamental en estudios geotécnicos para caracterizar los suelos, especialmente en el contexto de la ingeniería civil y la construcción de infraestructuras como carreteras y vías urbanas. ya que permite clasificar los suelos en relación con la distribución de diversos tamaños de partículas presentes, como grava, arena, limo y arcilla. Este procedimiento se realiza utilizando una serie de tamices de tamaño específico, que permiten clasificar las partículas del suelo según su tamaño. Siendo el objetivo principal obtener la distribución de tamaños y clasificarlo en una de las tres categorías principales: grava, arena y fino. Esta clasificación se fundamenta en el % de material retenido en ciertos tamices. Por ejemplo, si más del 50 % del material se retiene en el tamiz N° 4 (4.75 mm), se considera que el suelo es principalmente grava. Si más del 50 % del material pasa de la malla N° 4 se considera que el suelo es principalmente arena. Por otro lado, si más del 50 % del material pasa a través de la malla N° 200 (0.075 mm), se considera suelo fino. Este análisis es crucial para identificar la capacidad del suelo para propósitos de construcción, ya que diferentes tipos de suelo tienen diferentes propiedades mecánicas. Por ejemplo, los suelos gruesos como la grava pueden

proporcionar una base estable y resistente para las vías, mientras que los suelos finos pueden requerir técnicas de mejora del suelo para evitar problemas como la compactación excesiva o la erosión.

## PROCEDIMIENTO

El primer paso es el cuarteo del material para obtener el peso inicial con el que se va a trabajar el cual deber ser anotado para posteriormente realizar el secado que puede ser en un horno o cocina, posteriormente se procede a pesar el material y anotar este peso. Para posteriormente llevar a cabo el tamizado utilizando las mallas necesarias según las especificaciones, con la finalidad de hallar el resultado pesando el material que retuvo cada una de las mallas empleadas.

## CÁLCULOS

Los cálculos para el Ensayo de granulometría son los siguientes

Para calcular los pesos que se retiene en cada una de las mallas se utiliza la formula mostrada a continuación.

$$\% \text{ RETENIDO} = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Para el cálculo del porcentaje retenido acumulado de cada uno de los tamices se obtiene con la sumatoria continua de los porcentajes acumulados en cada malla.

Para el cálculo del % pasante de cada uno de los tamices se utiliza la formula mostrada a continuación.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

## NORMA

La metodología de ensayo empleada cumple con los estándares establecidos en las normas ASTM D-422 y MTC E – 107.



**Tabla 2:** Resultados de Análisis Granulométrico: Vía N° 1

Nº	CALICATA	UBICACIÓN	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	% Que pasa la malla														
						3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 20	N° 40	N° 50	N° 100	N° 200
1	C-1	CALLE 7	E-1	1.50	DER.	100.0	100.0	94.6	91.2	88.5	85.8	82.4	80.6	76.1	69.2	59.3	51.2	46.2	29.0	17.2
2	C-2	CALLE 7	E-1	1.50	IZQ.	100.0	100.0	94.5	89.8	79.5	74.1	65.2	60.2	50.3	44.4	37.2	32.0	29.4	24.8	21.1
3	C-3	CALLE 9	E-1	1.50	DER.	93.6	80.9	73.3	66.1	57.2	53.4	50.6	48.9	46.9	39.5	30.0	23.8	21.2	15.3	10.8
4	C-4	CALLE9	E-1	1.50	IZQ.	100.0	100.0	90.9	84.6	72.0	68.4	62.7	60.7	52.9	37.0	22.2	16.7	14.5	11.1	8.0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3:** Resultados de Análisis Granulométrico: Vía N° 2

Nº	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	% Que pasa la malla														
					3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 20	N° 40	N° 50	N° 100	N° 200
1	C-1	E-1	1.50	DER.	100	100	100	100	100	100	96.9	95.1	87.6	77.4	68.1	62.8	37.2	26.9	14.4
2	C-2	E-1	1.50	EJE	100	100	100	100	100	100	100	83.9	72.8	58.1	48.9	42.3	36.5	22.5	14.2
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	100	100	100	100	100	100	100	100	78	60.8	44.5	33.3	25.8	20.6	15.7

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 4: Resultados de Análisis Granulométrico: Vía N° 3

Nº	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	% Que pasa la malla														
					3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40	Nº 50	Nº 100	Nº 200
1	C-1	E-1	1.50	DER.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.6	87.7	77.9	73.0	70.6	37.1	9.8
2	C-2	E-1	1.50	EJE	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.5	85.7	72.0	68.0	65.7	34.2	9.7
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	78.5	71.2	62.8	53.4	46.1	42.2	25.7	8.2
4	C-4	E-1	1.50	EJE	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	88.8	73.2	60.8	53.7	47.3	41.5	36.6	24.5	11.2

Fuente: Elaboración Propia

### - LÍMITES DE ATTERBERG

También denominados límites de consistencia, como el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP), se establecen en función del porcentaje de agua que pueda tener el suelo en relación al peso de los sólidos. Estos límites determinan las diferentes consistencias del material fino, como el estado líquido, plástico y semisólido. La sensibilidad al cambio de consistencia del material fino al variar la cantidad de agua presente se puede evaluar a partir de estos límites.

### - LÍMITE LÍQUIDO

Es una propiedad fundamental, que se establece como la cantidad de agua encontrada en el material a ser ensayado indicado cómo % del peso seco, el cual se convierte de estado plástico a estado líquido. En otras palabras, el LL identifica el contenido máximo de humedad que un material (suelo) puede absorber sin perder su capacidad de ser moldeado. Los suelos con altos valores de LL suelen ser más plásticos y cohesivos, mientras que aquellos con LL bajos son más arenosos y menos moldeables.

## PROCEDIMIENTO

Se toma una muestra representativa del material (suelo), se procede a remover las impurezas, piedras y materiales orgánicos. El material a ser ensayado se pasa por una malla N 40 para eliminar partículas gruesas. Se incrementa agua a la muestra de suelo y se procede a mezclar para obtener una consistencia homogénea. Luego se deja reposar durante un período de tiempo especificado para que el agua ingrese al suelo. Se llena la copa de Casagrande con una cantidad específica de la muestra de suelo.

Se emplea un ranurador estándar para crear una ranura en la muestra de suelo dispuesta en la copa de Casagrande. Posteriormente, se levanta la copa de Casagrande y se suelta desde una altura predefinida sobre una base sólida. Este proceso se repite hasta que la abertura efectuada se cierre en ambos extremos de la copa Casagrande después de 25 golpes. En el momento en que la ranura se cierra, se registra el contenido de agua de la muestra, lo cual se utiliza para determinar el límite líquido del suelo.

## CÁLCULOS

Se emplea la siguiente ecuación para determinar el LL de cada espécimen.

$$LL = W^n \left[ \frac{N}{25} \right]^{0.121}$$

Dónde:

LL: Limite Liquido.

N: Numero de golpes

Wn: Contenido de humedad del Suelo.

NORMA

Para llevar a cabo este procedimiento se siguen rigurosamente la norma establecida internacionalmente del ASTM D 4318 y la norma peruana del MTC E 110.



#### - **LÍMITE PLÁSTICO**

Es una propiedad del suelo que indica el contenido de agua en el cual un suelo arcilloso comienza a mostrar propiedades plásticas. Se forma un hilo de suelo con cierta consistencia, y el LP se describe como el punto de humedad bajo el cual el suelo pierde su maleabilidad y empieza a mostrar grietas o desmoronarse cuando se intenta manipular.

## PROCEDIMIENTO

Se selecciona la muestra representativa de suelo a ensayarse y se elimina cualquier material extraño o agregado. Luego, se combina con agua hasta homogenizar y conseguir una consistencia plástica adecuada. Posteriormente Se fracciona con una porción del suelo y se moldea en forma de hilo en una base lisa y no absorbente, sobre una lámina de vidrio. Se enrolla el hilo entre las palmas de las manos hasta que tenga aproximadamente 3 mm de diámetro.

Se continúa formando el hilo de suelo hasta que se rompa. El LP se alcanza cuando el hilo se rompe a una longitud de 3.2 mm a 3.8 mm, medida estándar establecida por la norma utilizada para el ensayo. Se registra el resultado obtenido en el momento en que se rompe el hilo. Este valor se aplica para identificar el LP del suelo.

## CÁLCULOS

Se calcula promediando los tres resultados conseguidos en el ensayo que es expresado como el porcentaje de humedad. El cálculo se realiza utilizando la fórmula que se observa a continuación.

$$\text{Limite Plástico} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del Suelo seco al Horno}} \times 100$$

## NORMA

La realización del ensayo se basa en la aplicación de la norma ASTM D 4318, que indica las técnicas de ensayo para hallar el límite de consistencia de los de los suelos, la norma peruana MTC E 111, que define los requisitos para la

clasificación de suelos, y el Manual de ensayos de materiales del MTC, que proporciona las guías técnicas para la realización de los ensayos.

- **ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

Se establece como la magnitud de la diferencia entre el (LL) y el (LP) de un suelo. Es un parámetro que proporciona información sobre la plasticidad de un suelo, indicando la amplitud del rango de humedad en el que el material ensayado exhibe propiedades plásticas.

$$\text{Indice de Plasticidad}(\%) = \text{Limite Liquido}(\%) - \text{Limite Plástico}(\%)$$

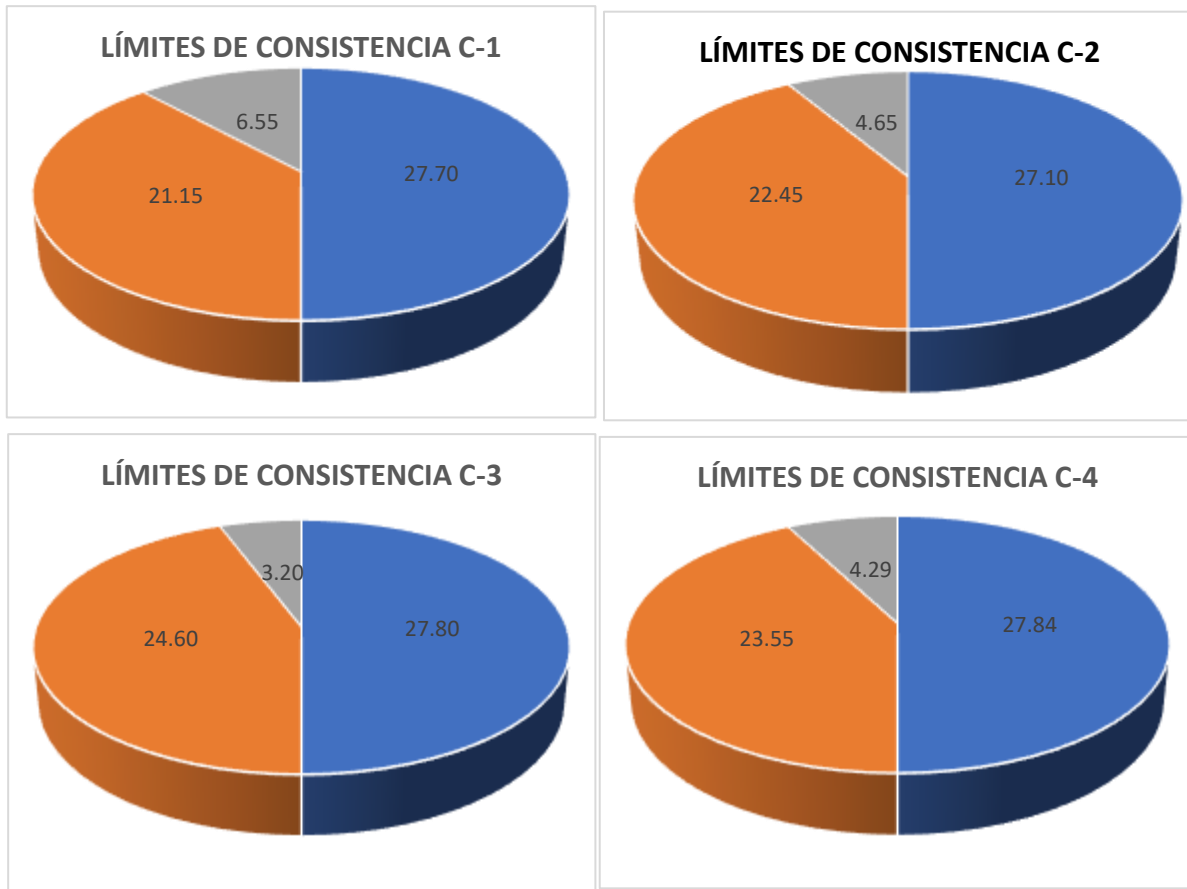
Cuando el IP es elevado, denota una alta capacidad de deformación del suelo bajo cargas y variaciones de humedad. En contraste, en materiales que carecen de plasticidad, como la arena, se asigna un índice de plasticidad de cero, representado como IP = NP (No plástico). Esto implica que el suelo no experimenta cambios significativos en su consistencia en respuesta a la variación de la humedad.

Tabla 05: Resultados de Límites de Atterberg : Vía N° 1

N <sup>a</sup>	CALICATA	UBICACIÓN	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	Límites de Consistencia		
						L.L.(%)	L.P.(%)	I.P.(%)
1	C-1	CALLE 7	E-1	1.50	DER.	27.70	21.15	6.55
2	C-2	CALLE 7	E-1	1.50	IZQ.	27.10	22.45	4.65
3	C-3	CALLE 9	E-1	1.50	DER.	27.80	24.60	3.20
4	C-4	CALLE9	E-1	1.50	IZQ.	27.84	23.55	4.29

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 04: Límites de consistencia: Vía N° 1



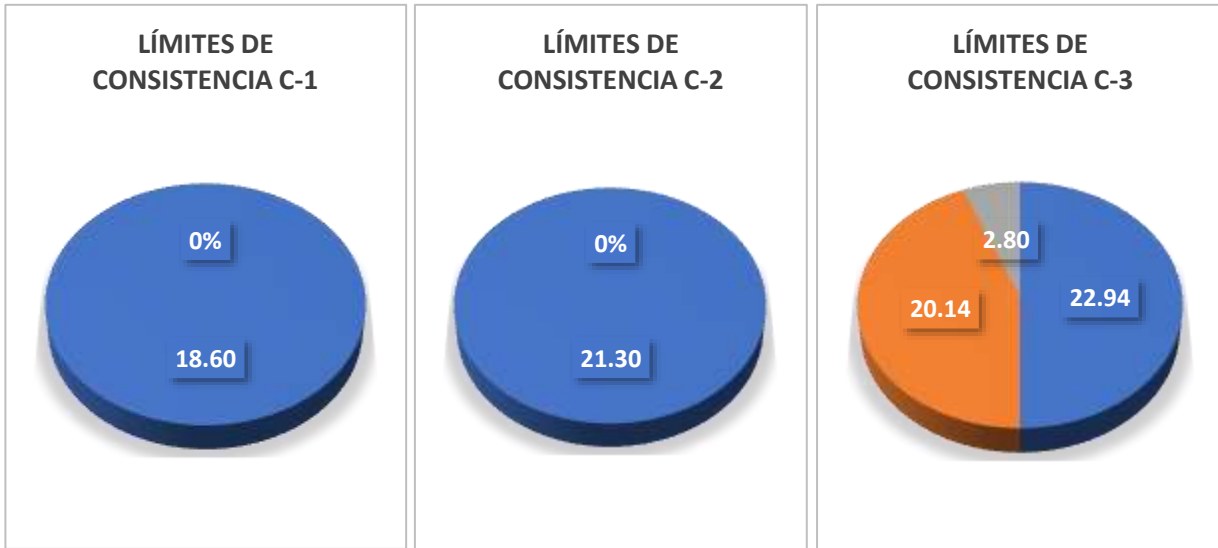
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 06: Resultados de Límites de Atterberg : Vía N° 2

N <sup>a</sup>	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	Límites de Consistencia		
					L.L.(%)	L.P.(%)	I.P.(%)
1	C-1	E-1	1.50	DER.	18.60	NP	NP
2	C-2	E-1	1.50	EJE	21.30	NP	NP
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	22.94	20.14	2.80

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 05: Límites de consistencia: Vía N0 2



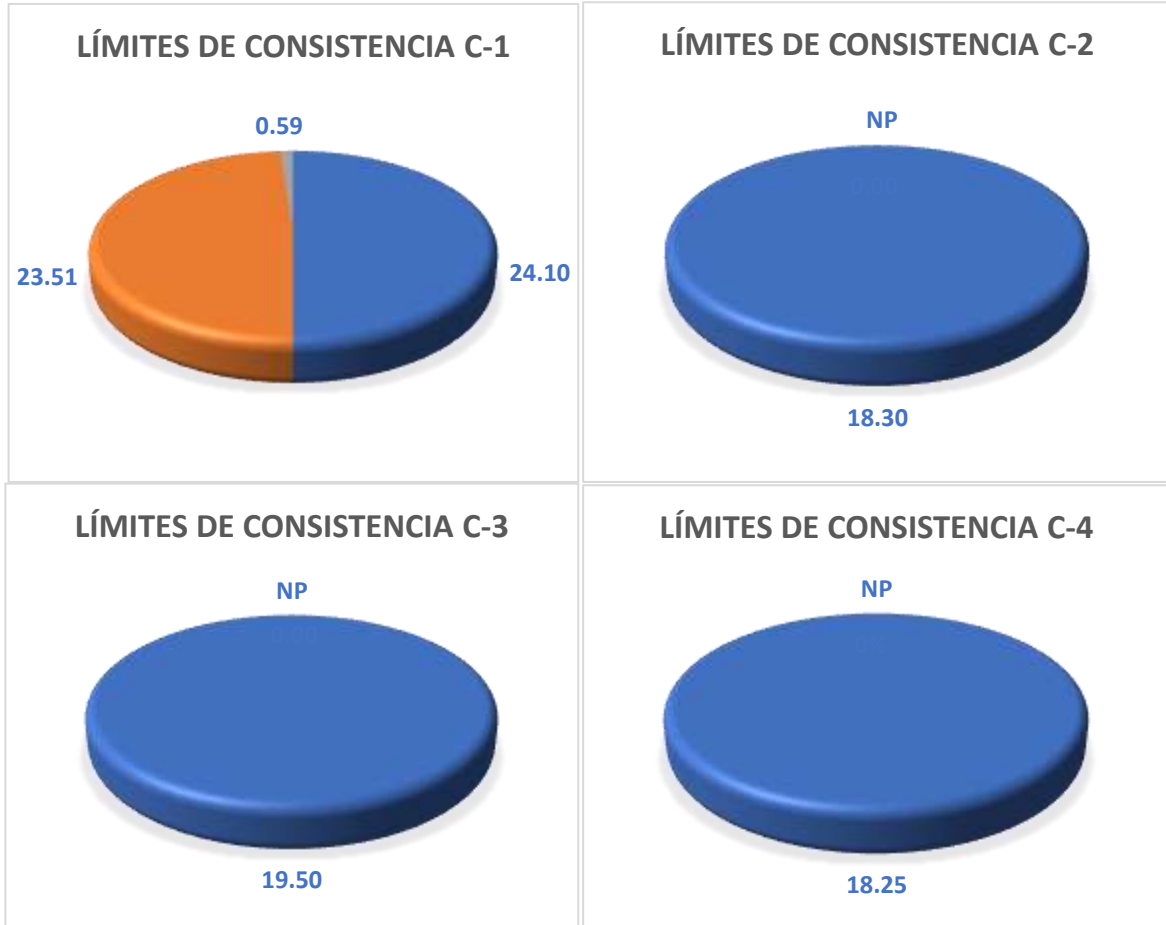
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Resultados de Límites de Atterberg : Vía N° 3

Nº	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	Límites de Consistencia		
					L.L.(%)	L.P.(%)	I.P.(%)
1	C-1	E-1	1.50	DER.	24.10	23.51	0.59
2	C-2	E-1	1.50	EJE	18.30	NP	NP
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	19.50	NP	NP
4	C-4	E-1	1.50	EJE	18.25	NP	NP

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 06: Límites de consistencia: Vía N0 3



Fuente: Elaboración Propia

#### - **CONTENIDO DE HUMEDAD**

Prueba de laboratorio para cuantificar el agua retenida por el suelo en relación con su peso seco. Se realiza mediante la evaporación controlada del agua de la muestra y la medición del cambio de peso. Este análisis es fundamental en la caracterización de suelos, ya que la cantidad de humedad afecta las propiedades tanto físicas como mecánicas, así también como su comportamiento.



## PROCEDIMIENTO

Se selecciona una muestra que represente la totalidad del suelo y se registra como peso inicial. Para posteriormente introducir la muestra de suelo identificada en un horno a una temperatura determinada. (generalmente alrededor de 105°C) y se seca hasta que ya no se observe pérdida de peso. La duración de este procedimiento puede cambiar de acuerdo al tipo de suelo y su humedad inicial. Después del secado, la muestra pasa a retirarse del horno para posteriormente ser pesada nuevamente, siendo este el peso seco. Con ese valor se procede a calcular el resultado final.

## CÁLCULOS

Para calcular el resultado final del ensayo contenido de humedad se realiza a partir de la utilización de la fórmula que se muestra a continuación:

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{\text{PIM} - \text{PS}}{\text{PS}} \times 100$$

## NORMA

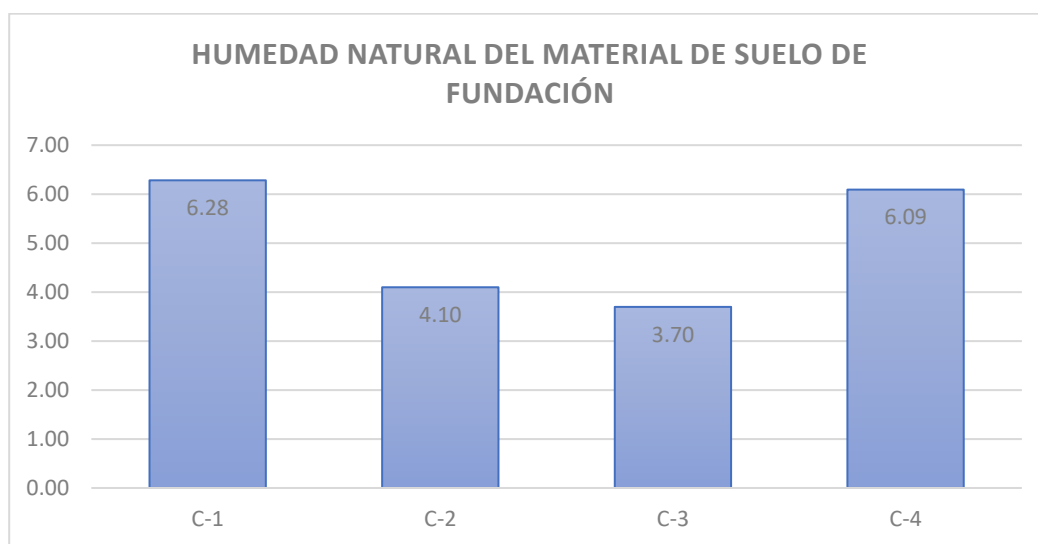
Este ensayo se efectúa siguiendo las pautas establecidas por los estándares internacionales ASTM D – 2216, así como las regulaciones nacionales peruanas del MTC E 108, como se indica en el Manual de ensayos de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 08: Resultados de Contenido de Humedad: Vía N° 1

Nº	CALICATA	UBICACIÓN	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	Humedad Natural (%)
1	C-1	CALLE 7	E-1	1.50	DER.	6.28
2	C-2	CALLE 7	E-1	1.50	IZQ.	4.10
3	C-3	CALLE 9	E-1	1.50	DER.	3.70
4	C-4	CALLE9	E-1	1.50	IZQ.	6.09

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 07: Contenido de Humedad: Vía N° 1



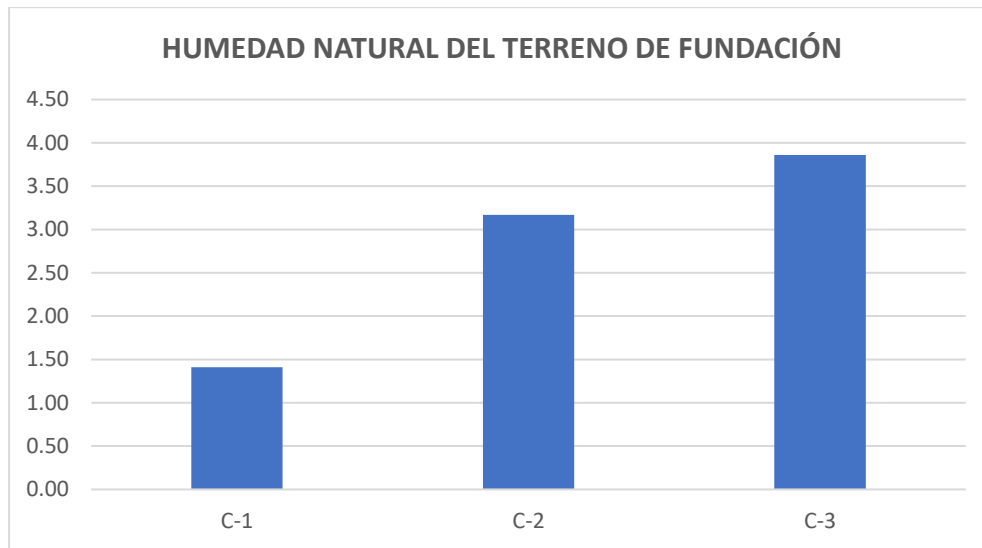
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 09: Resultados de Contenido de Humedad: Vía N° 2

Nº	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts)	LADO	Humedad Natural(%)
1	C-1	E-1	1.50	DER.	1.41
2	C-2	E-1	1.50	EJE	3.17
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	3.86

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 08: Contenido de Humedad: Vía N° 2



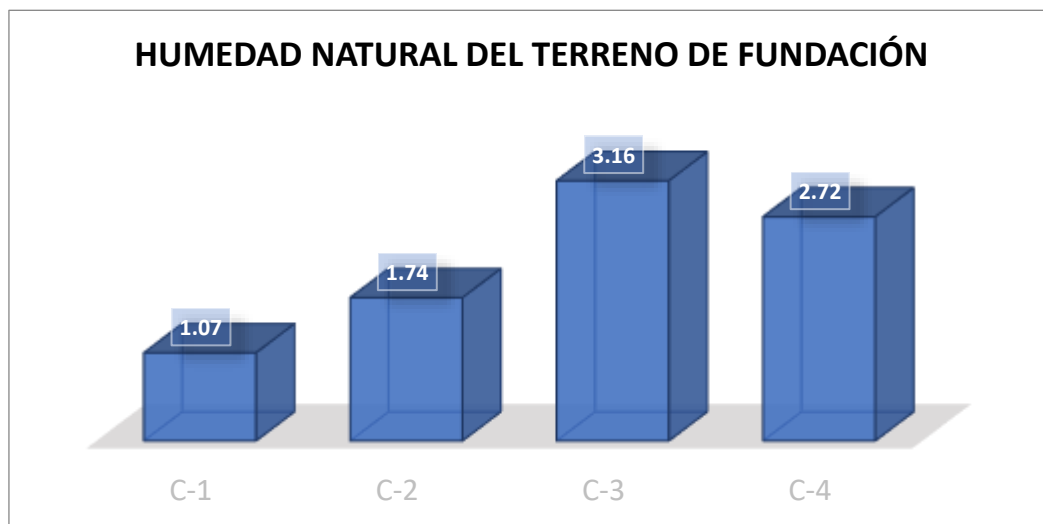
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Resultados del Ensayo de Contenido de Humedad: Vía N° 3

N <sup>a</sup>	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	Humedad Natural (%)
1	C-1	E-1	1.50	DER.	1.07
2	C-2	E-1	1.50	EJE	1.74
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	3.16
4	C-4	E-1	1.50	EJE	2.72

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 09: Contenido de Humedad: Vía N° 3



Fuente: Elaboración Propia

- **ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Este ensayo busca identificar la cantidad óptima de agua que el suelo debe tener para alcanzar su máxima densidad después de compactarse.

**PROCEDIMIENTO**

Se identifica una muestra representativa de suelo a ensayarse y se pasa por la malla de tamaño especificado para excluir partículas gruesas, se pesa la muestra de suelo seco para posteriormente agregar agua gradualmente en porcentaje en función al peso del material y mezclarla hasta lograr una distribución uniforme de humedad en toda la muestra.

La muestra húmeda es colocada en un molde cilíndrico en 5 capas uniformes y se compacta utilizando un pisón de 4.5 kg estándar que cae desde una altura de 457mm, aplicando una energía de compactación determinada. Después de cada capa de compactación, se registra el peso. Posteriormente se pasa a retirar cuidadosamente el material compactado del molde y se procede a pesar. Para luego determinar su densidad seca.

Se repiten los procedimientos del paso de 3 a 5 utilizando diferentes niveles de humedad hasta obtener múltiples muestras compactadas. Posteriormente, se grafican con los datos obtenidos de densidad seca y contenido de humedad para todas estas muestras. Esta representación gráfica proporciona una visualización de cómo varía la densidad máxima alcanzada en relación con el contenido de humedad. Este análisis es fundamental para obtener el contenido

óptimo de humedad necesario para lograr la máxima densidad durante el proceso de compactación del suelo.

Se determina el punto en la curva de compactación donde se logra la máxima densidad. El nivel de humedad asociado con este punto se define como el contenido óptimo de humedad para la compactación del suelo. Este contenido óptimo es de gran importancia para asegurar que el suelo alcance la densidad máxima durante el proceso de compactación, lo que garantiza la adecuada resistencia y estabilidad del pavimento.

### CÁLCULOS

Para el la obtención de la Densidad Húmeda y demás cálculos se procede a utilizar la fórmula mostrada a continuación:

$$\gamma_h = \frac{(P_m + P_{mh}) - P_m}{V} \times 100$$

Dónde:

$\gamma_h$  : Densidad Húmeda.

$P_m$  : Peso de Molde.

$P_{mh}$  : Peso de Muestra Húmeda.

$V$  : Volumen de Molde.

Para el cálculo de la Humedad:

$$\%W = \frac{P_{mh} - P_{ms}}{P_{ms}} \times 100$$

Dónde:

$\%W$  : Contenido de Humedad.

$Pms$  : Peso de Muestra Seca.

$Pmh$  : Peso de Muestra Húmeda

Para el Cálculo de la Densidad Seca:

$$\gamma S = \frac{\gamma h}{\%W + 100} X 100$$

Dónde:

$\gamma S$  : Densidad Seca.

$\gamma h$  : Densidad Húmeda.

$\%W$  : Contenido de Humedad.

## **NORMA**

El procedimiento se lleva a cabo siguiendo los estándares internacionales establecidos por la ASTM D-1557, así como las regulaciones nacionales del MTC E-115 según lo establecido en el Manual de Ensayos de Materiales. Este enfoque garantiza la uniformidad y la precisión en la realización del ensayo, permitiendo resultados confiables y comparables con estándares internacionales.

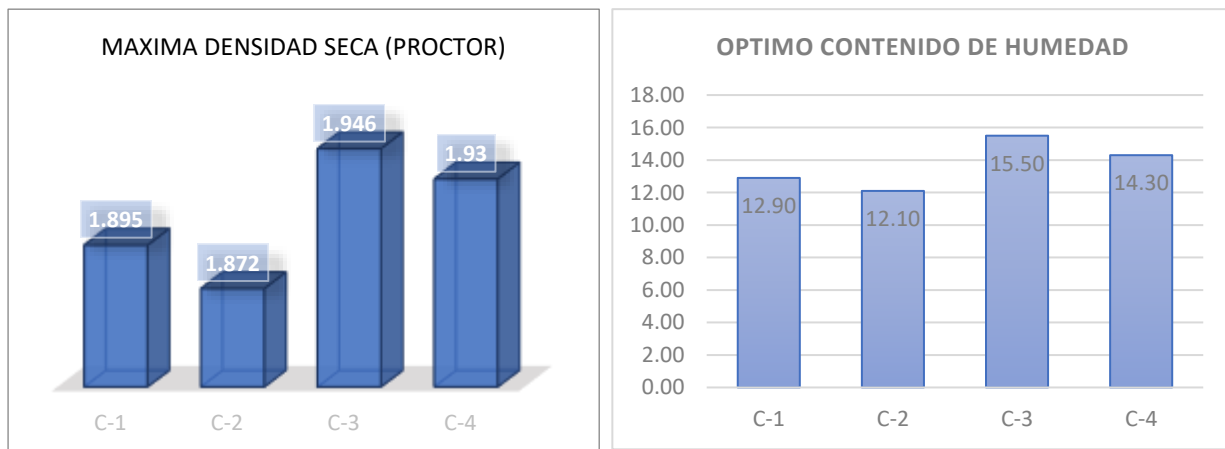


Tabla 11: Resultados de Proctor Modificado Vía N° 1

N <sup>o</sup>	CALICATA	UBICACIÓN	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	PROCTOR	
						MDS(gr/cc)	COH(%)
1	C-1	CALLE 7	E-1	1.50	DER.	1.895	12.90
2	C-2	CALLE 7	E-1	1.50	IZQ.	1.872	12.10
3	C-3	CALLE 9	E-1	1.50	DER.	1.946	15.50
4	C-4	CALLE9	E-1	1.50	IZQ.	1.93	14.30

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10: Proctor Modificado: Vía N° 1



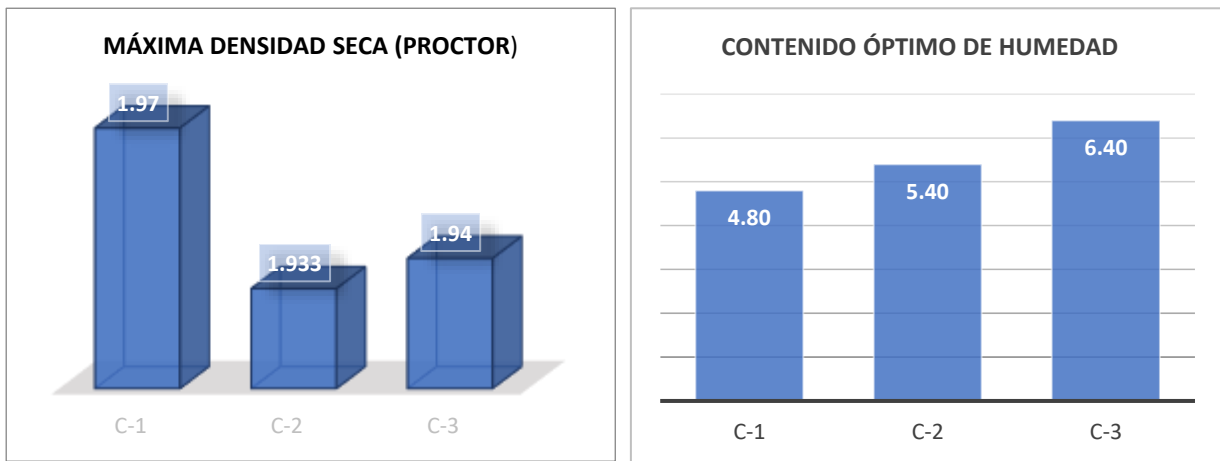
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Resultados de Proctor Modificado Vía N° 2

N <sup>a</sup>	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	PROCTOR	
					MDS(gr/cc)	COH(%)
1	C-1	E-1	1.50	DER.	1.97	4.80
2	C-2	E-1	1.50	EJE	1.933	5.40
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	1.94	6.40

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 11: Proctor Modificado: Vía N0 2



Fuente: Elaboración Propia

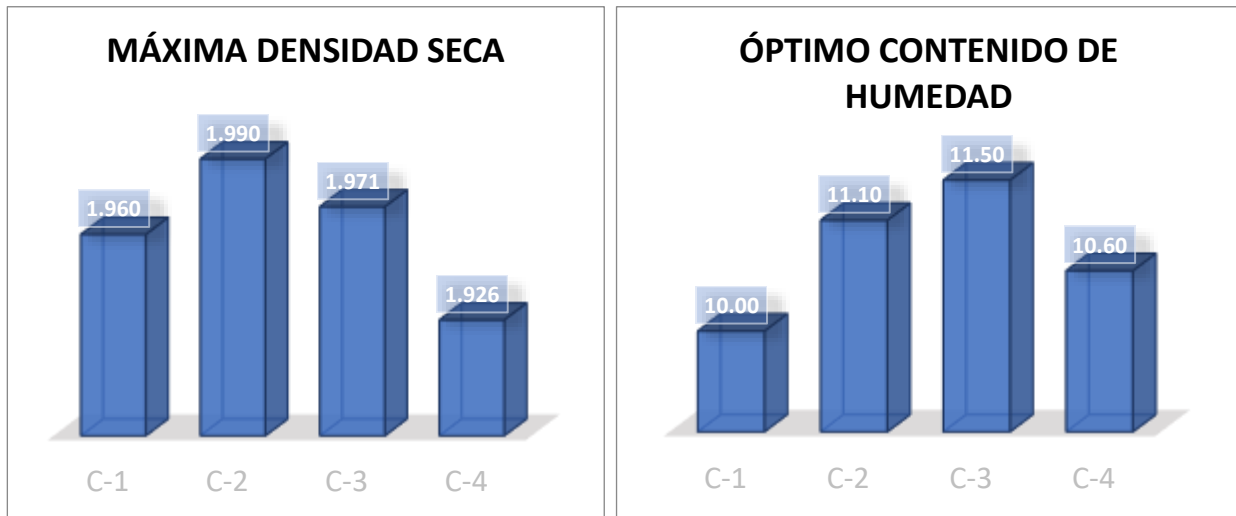
Tabla 13: Resultados del ensayo de Proctor Modificado Vía N° 3

N <sup>a</sup>	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	PROCTOR	
					MDS(gr/cc)	COH(%)
1	C-1	E-1	1.50	DER.	1.960	10.00
2	C-2	E-1	1.50	EJE	1.990	11.10
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	1.971	11.50
4	C-4	E-1	1.50	EJE	1.926	10.60

Fuente: Elaboración Propia



Gráfico 12: Proctor Modificado: Vía N° 3



Fuente: Elaboración Propia

#### - ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

El ensayo (CBR) tiene por objetivo determinar la capacidad de soporte del suelo de fundación en el que se colocará la estructura del pavimento. Los datos que se obtendrán de este ensayo permitieron identificar las áreas que necesitan mejoras y aquellas que tienen una capacidad de soporte adecuada. Esto facilitó la planificación de las acciones necesarias para garantizar la estabilidad y durabilidad del pavimento en cada zona evaluada.

#### PROCEDIMIENTO

Se selecciona una muestra representativa del suelo y se prepara para formar una muestra compactada con dimensiones específicas. Esta muestra se coloca dentro de un molde forma cilíndrica de 6 pulgadas de diámetro y se compacta en tres capas uniformes utilizando un pisón estándar que se deja caer desde una posición elevada, aplicando una energía de compactación establecida.

Luego, se recorta cuidadosamente la superficie superior de la muestra para garantizar que quede plana y uniforme.

Se coloca un penetrómetro en la superficie de la muestra y se ajusta para que la punta del penetrómetro esté en contacto con la muestra. Se aplica una carga incremental al penetrómetro a una velocidad constante, generalmente 1.25 mm/min, mientras se registra la carga y la penetración. Se registra la carga y la penetración en intervalos regulares hasta que se alcanza una penetración predeterminada.

El ensayo CBR se realizó utilizando el valor óptimo de humedad identificada previamente en el ensayo de Proctor Modificado, que corresponde a la máxima densidad seca.

## CÁLCULOS

El valor de CBR implica emplear una carga sobre una muestra de suelo compactada a una cierta profundidad y medir la penetración del pistón en el suelo. Después de obtener la penetración del suelo bajo prueba y la penetración en la muestra patrón estándar de suelo, se procede a calcular el índice CBR dividiendo la carga necesaria para cada caso. Esta comparación nos brinda información sobre la capacidad de soporte del suelo en relación con un suelo de referencia.

## NORMA

El ensayo de CBR se lleva a cabo siguiendo las pautas establecidas por las normativas internacional ASTM D – 1883 y la norma peruana del MTC E - 132,

conforme al Manual de ensayos de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

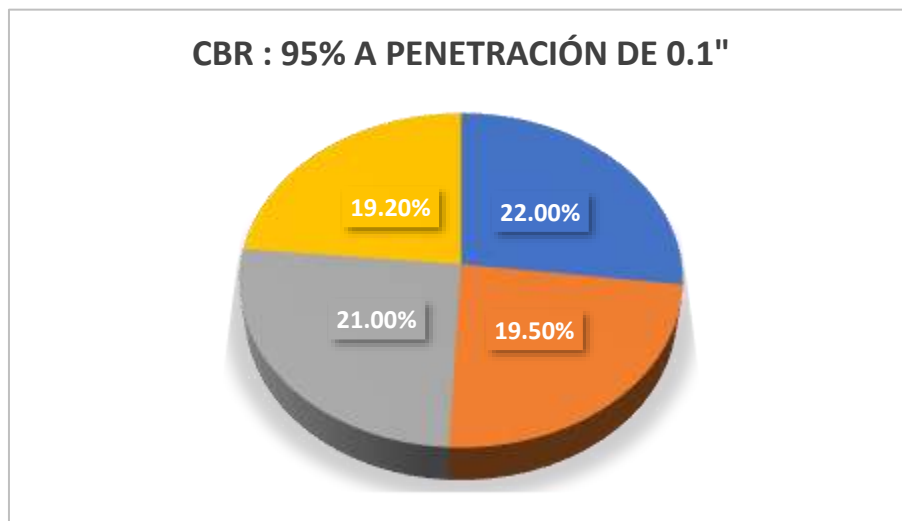


Tabla 14: Resultados de CBR Vía N° 1

N <sup>a</sup>	CALICATA	UBICACIÓN	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	CBR (0.1")	
						AI 95(%)	AI 100(%)
1	C-1	CALLE 7	E-1	1.50	DER.	22.00%	26.00%
2	C-2	CALLE 7	E-1	1.50	IZQ.	19.50%	23.00%
3	C-3	CALLE 9	E-1	1.50	DER.	21.00%	28.00%
4	C-4	CALLE9	E-1	1.50	IZQ.	19.20%	27.00%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 13: CBR: Vía N° 1



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Resultados de CBR Vía N° 2

N <sup>a</sup>	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	CBR	
					AI 95(%)	AI 100(%)
1	C-1	E-1	1.50	DER.	13.00%	19.00%
2	C-2	E-1	1.50	EJE	12.00%	16.00%
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	11.00%	17.00%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 14: CBR: Vía N° 2



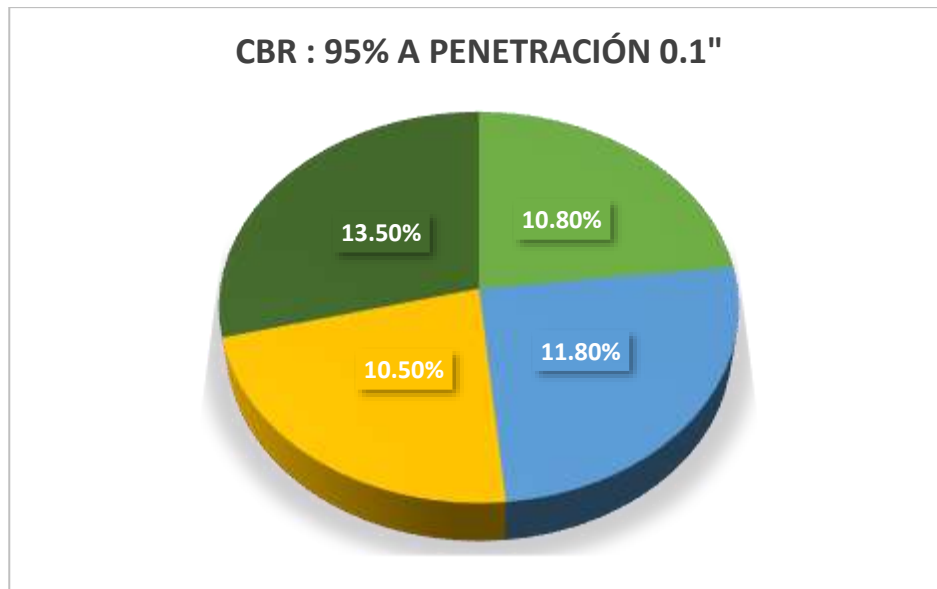
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Resultados de CBR Vía N° 3

N <sup>a</sup>	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	CBR	
					AI 95(%)	AI 100(%)
1	C-1	E-1	1.50	DER.	10.80%	14.00%
2	C-2	E-1	1.50	EJE	11.80%	16.00%
3	C-3	E-1	1.50	IZQ.	10.50%	14.00%
4	C-4	E-1	1.50	EJE	13.50%	17.00%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 15: CBR: Vía N° 3



Fuente: Elaboración Propia

### **CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

El propósito fundamental de realizar ensayos para determinar y evaluar las diferentes propiedades del suelo, como se ha mencionado anteriormente, es establecer una categorización sistemática de los diversos tipos de suelos basada en características físicas y propiedades geomecánicas similares. Una clasificación precisa y minuciosa facilita la predicción del comportamiento que se puede esperar de un suelo en particular.

### **CLASIFICACIÓN SUCS**

La clasificación SUCS, por sus siglas en inglés "Unified Soil Classification System" (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), es un sistema que se utiliza para poder clasificar los suelos. Este sistema, desarrollado por primera vez por Casagrande en 1942, se fundamenta en las propiedades físicas y características del suelo, como la distribución de tamaño del suelo, el contenido

de humedad, la plasticidad y la resistencia. El sistema SUCS clasifica los suelos en dos niveles principales: el primer nivel se basa en la selección de tamaños, dividiendo los suelos en tres grupos principales: grava, arena y limo/arcilla. El segundo nivel proporciona subgrupos basados en características adicionales del suelo, como la plasticidad y la consistencia. Las principales categorías de suelos en el sistema SUCS son las siguientes:

Tabla 17: Tipo de Suelos y Simbolo

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>SUB GRUPO</b>	<b>SÍMBOLO</b>
Grava	G	Bien Graduado	W
Arena	S	Pobrementemente Graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Alta Plasticidad	L
Turba	Pt	Baja Plasticidad	H

Fuente: (Juárez B. 2004)

## **CLASIFICACIÓN AASHTO**

El sistema de clasificación AASHTO, que significa (Asociación Estadounidense de Funcionarios de Carreteras y Transporte), es una metodología empleada para categorizar y caracterizar suelos con propósitos relacionados a la ingeniería vial y de transporte. Desarrollado por la AASHTO, este sistema se fundamenta en las características físicas y mecánicas del suelo, así como en su respuesta ante cargas aplicadas.

Este sistema organiza los suelos en categorías, identificadas por letras mayúsculas, que se determinan según la distribución de tamaños de partículas y las características de plasticidad del suelo. A su vez, cada grupo se subdivide en subgrupos numéricos que proporcionan más detalles sobre las características específicas del suelo. Las principales categorías de suelos en la clasificación AASHTO son las siguientes:

Tabla 18: Clasificación de Suelos AASHTO.

DIVISION GENERAL		Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM # 200)							Materiales Limo - Arcillosos (pasa más del 35% por el tamiz ASTM # 200)				
GRUPO		A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
Subgrupo		A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO</b> (% que pasa por cada tamiz)													
Serie ASTM	# 10	50 max.											
	# 40	30 max.	50 max.	51 min.									
	# 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
<b>ESTADO DE CONSISTENCIA</b> (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM # 40)													
Limite Líquido				NP	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	41 min.
Índice Plástico	6 max.				10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	11 min.
<b>INDICE DE GRUPO</b>	0	0	0	0	4 max.	8 max.	12 max.	16 max.	20 max.				
<b>TIPOLOGIA</b>	Fragmentos de piedra, grava y arena	Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos			Suelos rcillosos			
<b>CALIDAD</b>	EXCELENTE A BUENA							ACEPTABLE A MALA					

Para la clasificación de A-7-5: se tiene que tener en cuenta de IP < LL-30

Para la clasificación de A-7-6: se tiene que tener en cuenta de IP > LL-30

Fuente: (Valle R. 1963)

## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De acuerdo a toda la información Recopilada se pudo determinar los siguientes valores mostrados en cada uno de los perfiles Estratigráficos que se muestran a continuación de cada una de las vías y calicatas analizadas.

### CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA: VIA N° 1 – C- 1

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasante el Tamiz N 200 = 17.2%</li> <li>- Limite Liquido = 27.70%</li> <li>- Limite Plástico = 21.15%</li> <li>- Índice de Plasticidad = 6.55%</li> <li>- Humedad Natural = 6.28%</li> <li>- Peso Específico = 2.07 %</li> <li>- Proctor Modificado (Max dens) = 1.895gr/cm3</li> <li>- Contenido de Humedad (op. Hum) = 12.90%</li> <li>- CBR = 22.00%</li> </ul>	<p><b>CLASIFICACIÓN</b></p> <p>AASTHO = A-2-4</p> <p>SUCS = SM - SC</p>
---	---

**Tabla 19: Perfil Estratigráfico: Vía N° 1 – C- 1**

P R O F U N D I D A D	L T O R N A G M O U I T U D	N · F · ( m )	C L A S I F I C A C I O N	C A L A S I F I C A C I O N	S I R M A B F I O L O	R E P R E S E N T A C I O N	D E S C R I P C I O N D E L M A T E R I A L	M U E S T R A S	D E N S I D A D ( g / c c )	N · S · D E P · T · G O L P E S	L I M I T E S D E C O N S I S T E N C I A		% D E H U M E D A D
											LL (%)	IP (%)	
0 cm							Material Arenoso, conformado por grava y arena, mayor presencia de arena, de clastos subredondeados de Tamaño Máximo de 2", de color Griss Claro, de Compacidad media, de % de Humedad de 6.28%, el material esta conformado por: Grava 23.91%, Arena: 58.86% y Finos: 17.2%, No se Encontra Nivel Freatico.	M.A.	-----	-----	27.7	6.55	6.28
10 cm													
20 cm													
30 cm													
40 cm													
50 cm													
60 cm													
70 cm			SM-SC	A - 2 - 4		<b>E-1</b>							
80 cm													
90 cm													
100 cm													
110 cm													
120 cm													
130 cm													
140 cm													
150 cm													
160 cm													
170 cm													
180 cm													
190 cm													
200 cm													
210 cm													
220 cm													
230 cm													
240 cm													
250 cm													
260 cm													
270 cm													
280 cm													
290 cm													
300 cm													
310 cm													
320 cm													
330 cm													
340 cm													
: cm													
: cm													
500 cm													

Fuente: Elaboración Propia



## CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 1 – C- 2

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasante el Tamiz N 200 = 21.1%</li> <li>- Limite Liquido = 27.10%</li> <li>- Limite Plástico = 22.45%</li> <li>- Índice de Plasticidad = 4.65%</li> <li>- Humedad Natural = 4.10%</li> <li>- Peso Específico = 2.07 %</li> <li>- Proctor Modificado (Max dens) = 2.872gr/cm3</li> <li>- Proctor Modificado (op hum) = 12.10%</li> <li>- CBR = 19.50%</li> </ul>	<p><b>CLASIFICACIÓN</b></p> <p>AASTHO = A-1-b</p> <p>SUCS = GM</p>
--	--

**Tabla 20: Perfil Estratigráfico: Vía N° 1 – C-2**


P R O F U N D I D A D (m)	L T O R N A G M O I T U M D (m)	N . F . (m)	C L A S I F I C A C I O N	C A S I F I C A C I O N	S G I R M A B F O I L C O O	R E P R E S E N T A C I O N	DESCRIPCION DEL MATERIAL	M U E S T R A S	D E N T U R A D A L (gr/cc)	N . D E P . T . G O L P E S	LIMITES DE CONSISTENCIA		% D E N A T U R A L H U M E D A D
											LL (%)	IP (%)	
0 cm							<i>Material Granular, conformado por grava y arena, mayor presencia de Grava, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de 2", de color Beige Claro, de Compacidad media, de % de Humedad de 4.10 %, el material esta conformado por: Grava 49.69 %, Arena: 29.24 % y Finos: 21.1 %, No se Encontro Nivel Freatico</i>	M.A.	----	----	27.1	4.65	4.1
10 cm													
20 cm													
30 cm													
40 cm													
50 cm													
60 cm													
70 cm													
80 cm													
90 cm													
100 cm													
110 cm													
120 cm													
130 cm													
140 cm													
150 cm													
160 cm													
170 cm													
180 cm													
190 cm													
200 cm													
210 cm													
220 cm													
230 cm													
240 cm													
250 cm													
260 cm													
270 cm													
280 cm													
290 cm													
300 cm													
310 cm													
320 cm													
330 cm													
340 cm													
cm													
500 cm													

Fuente: Elaboración Propia

### CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 1 – C- 3

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasante el Tamiz N 200 = 10.8%</li> <li>- Limite Liquido = 27.80%</li> <li>- Limite Plástico = 24.60%</li> <li>- Índice de Plasticidad = 3.20%</li> <li>- Humedad Natural = 3.70%</li> <li>- Peso Específico = 2.01 %</li> <li>- Proctor Modificado (Max dens) = 1.946gr/cm3</li> <li>- Proctor Modificado (op hum) = 15.50%</li> <li>- CBR = 21.00%</li> </ul>	<p style="margin-top: 0;"><b>CLASIFICACIÓN</b></p> <p>AASTHO = A-1-b</p> <p>SUCS = GP</p>
--	---

**Tabla 21: Perfil Estratigráfico: Vía N° 1 – C-3**



P R O F U N D I D A D	L T O R N A M G O I T U D	N · F · ( m	C L A S I F I C A C I O N	C L A S I F I C A C I O N	S G I M B R O I L C O	R E P R E S E N T A C I O N	DESCRIPCION DEL MATERIAL	M U E S T R A S	D E N S I D A D	N · D E P · T · G O L P E S	LIMITES DE CONSISTENCIA		% D E H U M E D A D							
											LL (%)	IP (%)								
0 cm							<i>Material Granular, conformado por grava y arena, mayor presencia de Gravaa, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de 3", de color Beige Claro, de Compaidad media, de % de Humedad de 3.70 %, el material esta conformado por: Grava 53.09 %, Arena: 36.10 % y Finos: 10.8 %, No se Encontro Nivel Freatico</i>	M.A.	----	----	27.8	3.2	3.7							
10 cm																				
20 cm																				
30 cm																				
40 cm																				
50 cm																				
60 cm																				
70 cm																				
80 cm																				
90 cm																				
100 cm																				
110 cm																				
120 cm																				
130 cm																				
140 cm																				
150 cm																				
160 cm																				
170 cm																				
180 cm																				
190 cm																				
200 cm																				
210 cm																				
220 cm																				
230 cm																				
240 cm																				
250 cm																				
260 cm																				
270 cm																				
280 cm																				
290 cm																				
300 cm																				
310 cm																				
320 cm																				
330 cm																				
340 cm																				
500 cm																				

Fuente: Elaboración Propia

## CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 1 – C- 4

- Pasante el Tamiz N 200	= 8.0%	<b>CLASIFICACIÓN</b>
- Limite Liquido	= 27.84%	AASHTO = A-1-a
- Limite Plástico	= 23.55%	SUCS = GM-GC
- Índice de Plasticidad	= 4.29%	
- Humedad Natural	= 6.09%	
- Peso Específico	= 2.02 %	
- Proctor Modificado (Max dens)	= 1.936gr/cm3	
- Proctor Modificado (op hum)	= 14.30%	
- CBR	= 19.20%	

**Tabla 22: Perfil Estratigráfico: Vía N° 1 – C-4**

P R O F U N D I D A D	L T O R N A G M O U I T U D	N · F · ( m	C L A S I F I C A C I O N	C L A S I F I C A C I O N	S G I R M A B O I L C O O	R E P R E S E N T A C I O N	DESCRIPCION DEL MATERIAL	M U E S T R A S	D E N S I D A D	N · D E P · T · G O L P E S	LIMITES DE CONSISTENCIA		% D E N A T U R A L						
											LL (%)	IP (%)							
0 cm							<i>Material Granular, conformado por grava y arena, mayor presencia de Grava, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de 2", de color Beige Claro, de Compañad media, de % de Humedad de 6.09 %, el material esta conformado por: Grava 47.13 %, Arena: 44.82 % y Finos: 8.0 %, No se Encontro Nivel Freatico</i>	M.A.	---	---	27.84	4.29	6.09						
10 cm																			
20 cm																			
30 cm																			
40 cm																			
50 cm																			
60 cm																			
70 cm																			
80 cm																			
90 cm																			
100 cm																			
110 cm																			
120 cm																			
130 cm																			
140 cm																			
150 cm																			
160 cm																			
170 cm																			
180 cm																			
190 cm																			
200 cm																			
210 cm																			
220 cm																			
230 cm																			
240 cm																			
250 cm																			
260 cm																			
270 cm																			
280 cm																			
290 cm																			
300 cm																			
310 cm																			
320 cm																			
330 cm																			
340 cm																			
350 cm																			
360 cm																			
370 cm																			
380 cm																			
390 cm																			
400 cm																			
500 cm																			

Fuente: Elaboración Propia

## CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 2 – C- 1

- Pasante el Tamiz N 200	= 14.4%	<b>CLASIFICACIÓN</b>
- Limite Liquido	= 18.60%	AASTHO = A-2-4
- Limite Plástico	= NP	SUCS = SM
- Índice de Plasticidad	= NP	
- Humedad Natural	= 1.41%	
- Peso Específico	= 2.01 %	
- Proctor Modificado (Max dens)	= 1.970gr/cm <sup>3</sup>	
- Proctor Modificado (op hum)	= 4.80%	
- CBR	= 19.00%	

**Tabla 23: Perfil Estratigráfico: Vía N° 2 – C-1**

P R O F U N D I D A D (m)	L T O R N A G U O I T U D (m)	N . F . (m)	C L A S S I F I C A C I O N	C A L A S I F I C A C I O N	S G I R M A B F O L C O	R E P R E S E N T A C I O N	DESCRIPCION DEL MATERIAL	M U E S T R A S	D E N S I D A D (g/cm <sup>3</sup> )	N . S . D E T . G O L P L E S	LIMITES DE CONSISTENCIA		% D E N A T U R A L H U M E D A D
											LL (%)	IP (%)	
0 cm							<i>Material Granular, conformado por arena, presencia de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de 1/2", de color Beige Claro, de Compaidad media, de % de Humedad de 1.41%, el material esta conformado por: Grava 12.37%, Arena: 73.22% y Finos: 14.4%, No se Encontro Nivel Freatico</i>	M.A.	M.A.	----	18.6	NP	1.41
10 cm													
20 cm													
30 cm													
40 cm													
50 cm													
60 cm													
70 cm													
80 cm													
90 cm													
100 cm													
110 cm													
120 cm													
130 cm													
140 cm													
150 cm													
160 cm													
170 cm													
180 cm													
190 cm													
200 cm													
210 cm													
220 cm													
230 cm													
240 cm													
250 cm													
260 cm													
270 cm													
280 cm													
290 cm													
300 cm													
310 cm													
320 cm													
330 cm													
340 cm													
: cm													
: cm													
500 cm													

Fuente: Elaboración Propia

## CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 2 – C-2

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasante el Tamiz N 200 = 14.2%</li> <li>- Limite Liquido = 21.30%</li> <li>- Limite Plástico = NP</li> <li>- Índice de Plasticidad = NP</li> <li>- Humedad Natural = 3.17%</li> <li>- Peso Específico = 2.03 %</li> <li>- Proctor Modificado (Max dens) = 1.933gr/cm3</li> <li>- Proctor Modificado (op hum) = 5.40%</li> <li>- CBR = 12.00%</li> </ul>	<p><b>CLASIFICACIÓN</b></p> <p>AASTHO = A-2-4</p> <p>SUCS = SM</p>
--	--

**Tabla 24: Perfil Estratigráfico: Vía N° 2 – C-2**



































P R O F U N D I D A D (cm)	L T O R A N G M U O I T U M ( )	N . F . ( m )	C L A S S I F I C A C I O N	C A . A . S I S . F I C H . A T C I O N .	S G I R M A F B O I L C O O	R E P R E S E N T A C I O N	DESCRIPCION DEL MATERIAL	M U E S T R A S	D E N S I D A D ( g / c m 3 )	N . S . D E P . T . G O L M P L E S	LIMITES DE CONSISTENCIA		% D E N A T U R A L H U M E D A D
											LL (%)	IP (%)	
0 cm						<b>E-1</b>	Material Granular, conformado por grava y arena, mayor presencia de arena, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de 3/8", de color Beige Claro, de Compañidad media, de % de Humedad de 3.17%, el material esta conformado por: Grava 27.19%, Arena: 58.60% y Finos: 14.2%, No se Encontro Nivel Freatico	M.A.	M.A.	---	21.30	NP	3.17
10 cm													
20 cm													
30 cm													
40 cm													
50 cm													
60 cm													
70 cm													
80 cm													
90 cm													
100 cm													
110 cm													
120 cm													
130 cm													
140 cm													
150 cm													
160 cm													
170 cm													
180 cm													
190 cm													
200 cm													
210 cm													
220 cm													
230 cm													
240 cm													
250 cm													
260 cm													
270 cm													
280 cm													
290 cm													
300 cm													
310 cm													
320 cm													
330 cm													
340 cm													
350 cm													
360 cm													
370 cm													
380 cm													
390 cm													
400 cm													
410 cm													
420 cm													
430 cm													
440 cm													
450 cm													
460 cm													
470 cm													
480 cm													
490 cm													
500 cm													

Fuente: Elaboración Propia

## CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 2 – C- 3

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasante el Tamiz N 200 = 15.7%</li> <li>- Limite Liquido = 22.94%</li> <li>- Limite Plástico = 20.14%</li> <li>- Índice de Plasticidad = 2.80%</li> <li>- Humedad Natural = 3.86%</li> <li>- Peso Específico = 2.08 %</li> <li>- Proctor Modificado (Max dens) = 1.940gr/cm3</li> <li>- Proctor Modificado (op hum) = 6.40%</li> <li>- CBR = 11.00%</li> </ul>	<p style="margin: 0;"><b>CLASIFICACIÓN</b></p> <p style="margin: 0;">AASTHO = A-1-b</p> <p style="margin: 0;">SUCS = SM-SC</p>
---	--

**Tabla 25:** Perfil Estratigráfico: Vía N° 2 – C-3







P R O F U N D I D A D	L T O R N A G U O I T U D	N · F · ( m	C L A S I F I C A C I O N	C L A S I F I C A C I O N	S G I R M A B F O I L C O	R E P R E S E N T A C I O N	DESCRIPCION DEL MATERIAL	M U E S T R A S	D E N S I D A D	N · D E P · T · G O L P E S	LIMITES DE CONSISTENCIA		% D E H U M E D A D		
											LL (%)	IP (%)			
0 cm							<i>Material Granular, conformado arena, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de N°04", de color Beige Claro, de Compañidad media, de % de Humedad de 3.86%, el material esta conformado por: Grava 22.0%, Arena: 62.29% y Finos: 15.7%, No se Encontro Nivel Freatico</i>								
10 cm						<b>E-1</b>									
20 cm															
30 cm															
40 cm															
50 cm															
60 cm															
70 cm															
80 cm															
90 cm															
100 cm															
110 cm															
120 cm															
130 cm															
140 cm															
150 cm															
160 cm															
170 cm															
180 cm															
190 cm															
200 cm															
210 cm															
220 cm															
230 cm															
240 cm															
250 cm															
260 cm															
270 cm															
280 cm															
290 cm															
300 cm															
310 cm															
320 cm															
330 cm															
340 cm															
· cm															
· cm															
500 cm															

Fuente: Elaboración Propia

### CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 3 – C- 1

- Pasante el Tamiz N 200	= 9.8%	<b>CLASIFICACIÓN</b>
- Limite Liquido	= 24.10%	AASHTO = A-2-4
- Limite Plástico	= 23.51%	SUCS = SP-SM
- Índice de Plasticidad	= 0.59%	
- Humedad Natural	= 1.07%	
- Peso Específico	= 2.040 %	
- Proctor Modificado (Max dens)	= 1.960gr/cm3	
- Proctor Modificado (op hum)	= 10.00%	
- CBR	= 10.80%	

**Tabla 26:** Perfil Estratigráfico: Vía N° 3 – C-1


P R O F U N D I D A D	L T O R A M G O I T U D	N · F · ( m	C L A S · I F I C A C I O N	C L A S · I F I C A C I O N	S G I R M A B F O I L C O	R E P R E S E N T A C I O N	D E S C R I P C I O N D E L M A T E R I A L	M U E S T R A S	D E N S I D A D ( g r / c c )	N · D E T E R M I N A D O	L I M I T E S D E C O N S I S T E N C I A		% D E H U M E D A D
											LL (%)	IP (%)	
0 cm		N O P R E S E N T A	S P - S M	A - 2 - 4	<b>E-1</b>	<i>Material Arenoso, conformado por arena, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de N°04", de color Beige Claro, de Compañad media, de % de Humedad de 1.07%, el material esta conformado por: Grava 1.35%, Arena: 88.89% y Finos: 9.8%, No se Encontro Nivel Freatico</i>	M.A.	---	---	24.1	0.59	---	
10 cm													
20 cm													
30 cm													
40 cm													
50 cm													
60 cm													
70 cm													
80 cm													
90 cm													
100 cm													
110 cm													
120 cm													
130 cm													
140 cm													
150 cm													
160 cm				17.6369215 71.308668W Ilo Altitud: 232.4m AV. 1- PROMUVI 1 - EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA	17.6369155 71.308675W Ilo Altitud: 227.7m AV. 1- PROMUVI 1 - EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA								
170 cm													
180 cm													
190 cm													
200 cm													
210 cm													
220 cm													
230 cm													
240 cm													
250 cm													
260 cm													
270 cm													
280 cm													
290 cm													
300 cm													
310 cm													
320 cm													
330 cm													
340 cm													
350 cm													
360 cm													
370 cm													
380 cm													
390 cm													
400 cm													
410 cm													
420 cm													
430 cm													
440 cm													
450 cm													
460 cm													
470 cm													
480 cm													
490 cm													
500 cm													

Fuente: Elaboración Propia

## CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 3 – C-2

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasante el Tamiz N 200 = 9.7%</li> <li>- Limite Liquido = 18.30%</li> <li>- Limite Plástico = NP</li> <li>- Índice de Plasticidad = NP</li> <li>- Humedad Natural = 1.74%</li> <li>- Peso Específico = 2.040 %</li> <li>- Proctor Modificado (Max dens) = 1.990gr/cm3</li> <li>- Proctor Modificado (op hum) = 11.10%</li> <li>- CBR = 11.80%</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>CLASIFICACIÓN</b></p> <p>AASTHO = A-2-4</p> <p>SUCS = SP</p>
---	--

**Tabla 27: Perfil Estratigráfico: Vía N° 3 – C-2**

P R O F U N D I D A D	L T O R N A G M O I T U M ( )	N F ( )	C L A S I F I C A C I O N	C A L A S I F I C A C I O N	S G I R M A B O I L C O	R E P R E S E N T A C I O N	D E S C R I P C I O N D E L M A T E R I A L	M U E S T R A S	D E N S I D A D ( g / c c )	N . D E P . T . G O L P L E S	L I M I T E S D E C O N S I S T E N C I A		% D E H U M E D A D
											LL (%)	IP (%)	
0 cm							Material Fino, conformado por arena, mayor presencia de arena, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de N°04, de color Beige Claro, de Compaidad media, de % de Humedad de 1.74%, el material esta conformado por: Grava 2.54%, Arena: 87.75% y Finos: 9.7%, No se Encontro Nivel Freatico	M.A.	----	----	18.3	NP	----
10 cm													
20 cm													
30 cm													
40 cm													
50 cm													
60 cm													
70 cm													
80 cm													
90 cm													
100 cm													
110 cm													
120 cm													
130 cm													
140 cm													
150 cm													
160 cm													
170 cm													
180 cm													
190 cm													
200 cm													
210 cm													
220 cm													
230 cm													
240 cm													
250 cm													
260 cm													
270 cm													
280 cm													
290 cm													
300 cm													
310 cm													
320 cm													
330 cm													
340 cm													
: cm													
: cm													
500 cm													





































Fuente: Elaboración Propia



### CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 3 – C- 3

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasante el Tamiz N 200 = 8.2%</li> <li>- Limite Liquido = 19.50%</li> <li>- Limite Plástico = NP</li> <li>- Índice de Plasticidad = NP</li> <li>- Humedad Natural = 3.16%</li> <li>- Peso Específico = 2.040 %</li> <li>- Proctor Modificado (Max dens) = 1.971r/cm3</li> <li>- Proctor Modificado (op hum) = 11.50%</li> <li>- CBR = 10.50%</li> </ul>	<p><b>CLASIFICACIÓN</b></p> <p>AASTHO = A-1-b</p> <p>SUCS = SP</p>
--	--

**Tabla 28: Perfil Estratigráfico: Vía N° 3 – C-3**

P R O F U N D I D A D	L T O R N A G M U O I T U D (m)	N · F · (m)	C L A S I F I C A C I O N	C L A S I F I C A C I O N	S G I R M A B F O L C O	R E P R E S E N T A C I O N	D E S C R I P C I O N D E L M A T E R I A L	M U E S T R A S	D E N S I D A D (g/cm <sup>3</sup> )	N · D E T E R M I N A D O	L I M I T E S D E C O N S I S T E N C I A		% D E H U M E D A D
											LL (%)	IP (%)	
0 cm						<b>E-1</b>	Material Fino, conformado por arena, mayor presencia de arena, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de N°04, de color Beige Claro, de Compaidad media, de % de Humedad de 1.74%, el material esta conformado por: Grava 2.54%, Arena: 87.75% y Finos: 9.7%, No se Encontro Nivel Freatico	M.A.	----	----	18.3	NP	----
10 cm													
20 cm													
30 cm													
40 cm													
50 cm													
60 cm													
70 cm													
80 cm													
90 cm													
100 cm													
110 cm													
120 cm													
130 cm													
140 cm													
150 cm													
160 cm							17.6372695 71.308583W Ilo Altitud: 245.4m AV. - 1 - DE EL ALGARROBAL - ILO - MOQ.	M.A.	----	----	18.3	NP	----
170 cm													
180 cm													
190 cm													
200 cm													
210 cm													
220 cm													
230 cm													
240 cm													
250 cm													
260 cm													
270 cm													
280 cm													
290 cm													
300 cm													
310 cm													
320 cm													
330 cm													
340 cm													
: cm													
: cm													
500 cm													



Fuente: Elaboración Propia

### CARACTERÍSTICAS DE LA CALICATA VIA N° 3 – C- 4

- |                                 |                |                      |
|---------------------------------|----------------|----------------------|
| - Pasante el Tamiz N 200        | = 11.2%        | <b>CLASIFICACIÓN</b> |
| - Limite Liquido                | = 18.25%       | AASTHO = A-1-b       |
| - Limite Plástico               | = NP           | SUCS = SP            |
| - Índice de Plasticidad         | = NP           |                      |
| - Humedad Natural               | = 2.72%        |                      |
| - Peso Específico               | = 2.09 %       |                      |
| - Proctor Modificado (Max dens) | = 1.926 gr/cm3 |                      |
| - Proctor Modificado (op hum)   | = 10.60%       |                      |
| - CBR                           | = 13.50%       |                      |

**Tabla 29: Perfil Estratigráfico: Vía N° 3 – C-4**

P R O F U N D I D A D	L T O R A M E N T O U I T U D	N · F · ( m	C L A S I F I C A C I O N	C L A S I F I C A C I O N	S G I R M A B O I L C O	R E P R E S E N T A C I O N	D E S C R I P C I O N D E L M A T E R I A L	M U E S T R A S	D E N S I D A D	N · D E P · T O L P E S	L I M I T E S D E C O N S I S T E N C I A		% D E H U M E D A D
											LL (%)	IP (%)	
0 cm							Material Fino, conformado por arena, mayor presencia de arena, de clastos subredondeados de Tamaño Maximo de N°04, de color Beige Claro, de Compañad media, de % de Humedad de 1.74%, el material esta conformado por: Grava 2.54%, Arena: 87.75% y Finos: 9.7%, No se Encontro Nivel Freatico	M.A.	----	----	18.3	NP	----
10 cm													
20 cm													
30 cm													
40 cm													
50 cm													
60 cm													
70 cm													
80 cm													
90 cm													
100 cm													
110 cm													
120 cm													
130 cm													
140 cm													
150 cm		N O P R E S E N T A	SP	A - 2 - 4	E-1								
160 cm													
170 cm													
180 cm													
190 cm													
200 cm													
210 cm													
220 cm													
230 cm													
240 cm													
250 cm													
260 cm													
270 cm													
280 cm													
290 cm													
300 cm													
310 cm													
320 cm													
330 cm													
340 cm													
350 cm													
360 cm													
370 cm													
380 cm													
390 cm													
400 cm													
410 cm													
420 cm													
430 cm													
440 cm													
450 cm													
460 cm													
470 cm													
480 cm													
490 cm													
500 cm													

Fuente: Elaboración Propia

**OE2.** El suelo es un elemento dinámico y sumamente reactivo que responde de manera sensible a su entorno. Su composición, tamaño de partículas, forma y propiedades mecánicas pueden experimentar cambios significativos. Por consiguiente, para la construcción de cualquier infraestructura, como una Vía, es esencial comprender las características del suelo desde su estado original hasta su uso a lo largo del tiempo. Además de entender las propiedades del suelo en su estado inicial, el conocimiento detallado del terreno proporciona la base para diseñar cimientos sólidos y estables que puedan resistir las cargas y las condiciones cambiantes del entorno. Además, monitorear continuamente las propiedades del suelo a lo largo del tiempo es fundamental para asegurar la garantía y la larga duración de la infraestructura que pueda construirse, siendo para esta investigación el pavimento.

Se realizó un estudio de estadística descriptiva para examinar individualmente cada variable contenida en una matriz de datos, las cuales abarcan diferentes aspectos vinculados al suelo como base de cimentación. Nuestro objetivo principal es recopilar información, medir, analizar y describir las propiedades fundamentales del suelo que son relevantes para su uso como base de cimentación. Durante este análisis, nos enfocamos en proporcionar un análisis detallado de los datos recopilados, incluyendo los valores obtenidos para cada variable. Esto nos permite entender mejor las características del suelo de acuerdo a su capacidad de soporte, composición, compactación, humedad y otras propiedades importantes para la construcción de cimientos seguros y estables. Al realizar esta descripción de los datos, se busca obtener una visión general completa y precisa de las propiedades del suelo en el área de interés, lo que nos brinda datos

significativos para la estructuración, diseño y realización de proyectos de construcción que involucran la cimentación sobre terreno natural.

En esta investigación, el propósito se encuentra en examinar las propiedades físicas, mecánicas y de resistencia del suelo que actúa como base para las estructuras. Estas propiedades engloban la humedad natural, Análisis Granulométrico, la plasticidad y la resistencia de carga del suelo, que son los aspectos que buscamos estudiar en profundidad. Así pues, estas cuatro propiedades se erigen como las variables fundamentales en nuestro análisis. A su vez, el suelo de fundación proporciona el contexto necesario para llevar a cabo nuestras mediciones y análisis detallados. Por lo tanto, lo consideramos como la variable independiente en nuestro estudio, ya que es el factor que examinamos y controlamos para comprender cómo influye en las Propiedades del suelo que determinan su capacidad para soportar cargas y deformarse. Seguidamente, se describen los datos obtenidos del análisis donde se identifican las cuatro variables del estudio, de las 11 calicatas evaluadas.

Tabla 30: Variables de Estudio, correspondientes al suelo de fundación

Nº	UBICACIÓN	CALICATA	ESTRATO	PROF. (mts.)	LADO	Tamaño de Partículas			Humedad natural(%)	Límites de Consistencia			PROCTOR		CBR	
						Grava	Arena	Fino		L.L.(%)	L.P.(%)	I.P.(%)	MDS(gr/cc)	COH(%)	AI 95(%)	AI 100(%)
1		C-1	E-1	1.50	DER.	23.9	58.9	17.2	6.28	27.70	21.15	6.55	1.90	12.90	22.00%	26.00%
2	A.H. VISTA AL MAR (Calle 7 y Calle 9)	C-2	E-1	1.50	IZQ.	49.7	29.2	21.1	4.10	27.10	22.45	4.65	1.87	12.10	19.50%	23.00%
3		C-3	E-1	1.50	DER.	53.1	36.1	10.8	3.70	27.80	24.60	3.20	1.95	15.50	21.00%	28.00%
4		C-4	E-1	1.50	IZQ.	47.1	44.8	8.0	6.09	27.84	23.55	4.29	1.93	14.30	19.20%	27.00%
5	VILLA UNIVERSITARIA AV 01	C-1	E-1	1.50	EJE	12.4	73.2	14.4	1.41	18.60	NP	NP	1.97	4.80	13.00%	19.00%
6		C-2	E-1	1.50	EJE	27.2	58.6	14.2	3.17	21.30	NP	NP	1.93	5.40	12.00%	16.00%
7		C-3	E-1	1.50	EJE	22.2	62.3	15.7	3.86	22.94	20.14	2.80	1.94	6.40	11.00%	17.00%
8	PROMUVI 01 - AV 01 - ALGARROBAL	C-1	E-1	1.50	DER.	1.07	1.35	88.89	1.07	24.10	23.51	0.59	1.960	10.00	10.80%	14.00%
9		C-2	E-1	1.50	EJE	1.74	2.54	87.75	1.74	18.30	NP	NP	1.990	11.10	11.80%	16.00%
10		C-3	E-1	1.50	IZQ.	3.16	28.80	63.03	3.16	19.50	NP	NP	1.971	11.50	10.50%	14.00%
11		C-4	E-1	1.50	EJE	2.72	39.24	49.55	2.72	18.25	NP	NP	1.926	10.60	13.50%	17.00%

**Cálculo de las medidas de tendencia central y variabilidad para caracterizar las variables de estudio.**

n	11	11	11	11	11	6	6	11	11	11	11
MODA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
MEDIA	22.21	39.55	35.51	3.39	23.04	22.57	3.68	1.94	10.42	0.15	0.20
MEDIANA	22.20	39.24	17.20	3.17	22.94	22.98	3.75	1.94	11.10	0.13	0.17
MAXIMO	53.09	73.22	88.89	6.28	27.84	24.60	6.55	1.99	15.50	0.22	0.28
MINIMO	1.07	1.35	8.00	1.07	18.25	20.14	0.59	1.87	4.80	0.11	0.14
RANGO	52.02	71.87	80.89	5.21	9.59	4.46	5.96	0.12	10.70	0.12	0.14
DES. ESTANDAR	20.16	23.40	31.20	1.70	4.07	1.67	2.01	0.03	3.53	0.04	0.05
VARIANZA	406.27	547.72	973.54	2.91	16.57	2.78	4.02	0.00	12.46	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un análisis detallado y exhaustivo de los datos recopilados, utilizando tanto métodos estadísticos descriptivos como herramientas de visualización. Este análisis permitió una comprensión más profunda de la distribución y las características de las variables estudiadas. Se aplicaron técnicas de distribución de frecuencias para mostrar la cantidad de casos en cada categoría, acompañadas de sus respectivos porcentajes. Los resultados se representaron gráficamente mediante curvas de frecuencia, lo que facilitó la demostración de cómo se distribuyen los datos. Además, se calcularon medidas de tendencia central como son la moda, mediana y media, para identificar dónde se concentran los valores de las variables. Asimismo, se calcularon medidas de variabilidad,

como son rango, desviación estándar y varianza, con el fin de evaluar la dispersión de los datos con relación a la media.

Todos estos resultados se presentaron en tablas, gráficos, figuras y diagramas, acompañados de descripciones detalladas de las investigaciones realizadas y los conocimientos producidos. Este breve reporte de resultados proporciona una visión general de los hallazgos obtenidos en la investigación cuantitativa realizada.

### **APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA CARACTERIZAR LA HUMEDAD NATURAL DEL SUELO DE FUNDACIÓN.**

La influencia del agua en el suelo es un fenómeno complejo que depende del contenido de agua presente en una masa de suelo específica. A medida que acrecienta la cantidad de agua, la interacción entre las partículas del suelo se ve modificada, que pueden generar cambios significativos en su comportamiento. En un suelo seco, las partículas se encuentran estrechamente unidas debido a las fuerzas de atracción intermoleculares. Sin embargo, la presencia de agua introduce un elemento lubricante que reduce estas fuerzas, permitiendo que las partículas se deslicen entre sí con mayor facilidad. Esta disminución de la cohesión entre partículas puede hacer que el suelo se comporte de manera más similar a un fluido, especialmente en suelos arcillosos. La presencia de agua también afecta la fuerza de atracción electrostática entre las partículas de arcilla. Estas fuerzas, conocidas como fuerza de Van der Waals, que es responsable de la plasticidad y la cohesión de las arcillas. Cuando el agua se interpone entre las partículas de arcilla, debilita estas fuerzas, lo que puede provocar una pérdida significativa de resistencia y estabilidad del suelo. Un ejemplo claro de este efecto es el comportamiento de la arcilla. En estado seco, la arcilla puede llegar a tener una resistencia similar a la del concreto

débil. Sin embargo, al saturarse de agua, se convierte en un lodo fluido con una resistencia mínima. En general, un aumento en la humedad del suelo tiende a reducir su resistencia al corte y a la compresión. Esto se debe a la disminución de la cohesión entre partículas, la debilitación de las fuerzas electrostáticas en las arcillas y la sustitución del aire por agua en los poros del suelo, lo que reduce la fricción entre partículas. Es importante destacar que el efecto del agua en el suelo no es lineal y depende de varios factores como son; el tipo de suelo, la textura, la estructura y la mineralogía.

La siguiente tabla presenta las diferentes situaciones de humedad que podría experimentar el suelo, junto con los límites específicos para cada condición de humedad a lo largo del tiempo, según lo establecido por Martínez en 1990. A continuación, se detallan estos límites para cada condición de humedad.

Tabla 31: Clasificación del Grado de Humedad

TERMINO		GRADO DE SATURACIÓN
<b>SECO</b>	SECO ABSOLUTO	HUMEDAD = 0%
<b>LIG. HUM.</b>	LIGERAMENTE HUMEDO	0.1% - 15%
<b>HUMEDO</b>	HUMEDO	15% - 50%
<b>MUY HUM.</b>	MUY HUMEDO	50% - 80%
<b>ALT. SAT.</b>	ALTAMENTE SATURADO	80% - 95%
<b>SATUR.</b>	SATURADO	95% - 100%

Fuente: (Martínez, 1990)

La evaluación del ensayo de humedad natural (HN), conforme al método MTC EM 108, posibilita una confrontación con la humedad óptima (HO) conseguida mediante el ensayo Proctor Modificado (PM). Cuando la HN coincide o es inferior a la HO para la compactación, únicamente se precisa efectuar una compactación estándar del suelo y ajustar la proporción de agua de forma adecuada. Sin embargo, si la HN supera la HO y dependiendo del grado de saturación del suelo, se exploran alternativas para lograr la

estabilización de la subrasante. Estas alternativas pueden incluir la aireación del suelo o el reemplazo del material saturado por otro más adecuado.

La tabla N<sup>o</sup> 32 muestra el nivel de incremento de los suelos clasificados según su situación de humedad, expresados en porcentajes. Los suelos se dividieron en seis grupos basados en su contenido de humedad natural, categorizados como seco, ligeramente húmedo (lig.Hum), húmedo (hum), muy húmedo (m hum), altamente saturado (alt sat) y saturado (sat). Estos resultados se obtuvieron después de realizar ensayos de laboratorio exhaustivos en las 11 muestras de suelo.

Tabla 32: Clasificación e incidencia de la humedad en el suelo de fundación

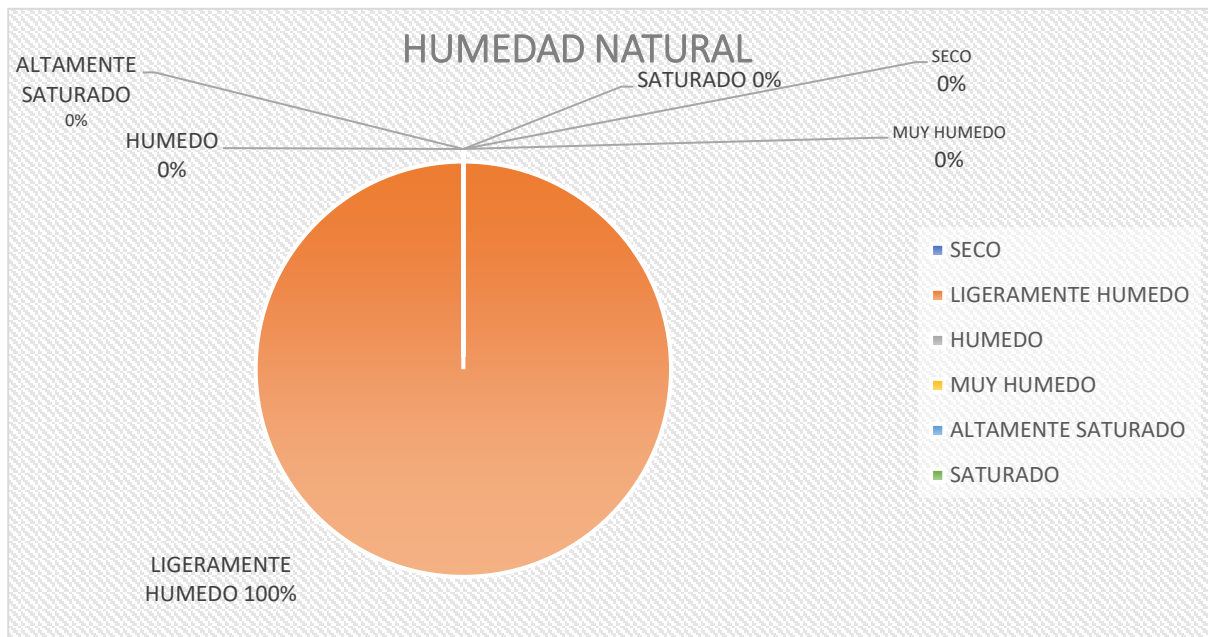
HUMEDAD NATURAL		FRECUENCIAS (HUMEDAD NATURAL)			FRECUENCIAS ACUMULADAS		
		ABSOLUTAS	RELATIVAS	PORCENTAJES	ABSOLUTAS	RELATIVAS	PORCENTAJES (%)
				(%)			
SECO	SECO	0	0	0	0	0	0
	LIGERAMENTE						
LIG. HUM.	HUMEDO	11	1	100	11	1	100
HUM.	HUMEDO	0	0	0	11	1	100
MUY HUM.	MUY HUMEDO	0	0	0	11	1	100
	ALTAMENTE						
ALT. SAT.	SATURADO	0	0	0	11	1	100
SAT.	SATURADO	0	0	0	11	1	100
TOTAL DE MUESTRAS EVALUADAS		11	1	100	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

En la representación gráfica circular que se observa ilustra la distribución de la humedad del suelo de fundación y su nivel de incremento en las muestras evaluadas. Se observa que el 100% de los suelos presenta una condición ligeramente húmeda, con una humedad natural inferior al 15%, Esto sugiere que la humedad natural de las muestras evaluadas es considerablemente menor que la humedad óptima requerida para la compactación. Respecto a otras condiciones del suelo, como son: Seco, muy húmedo, altamente saturado y saturado, no se detectaron en nuestro análisis, como se evidencia en el diagrama circular de sectores.



Gráfico 16: Efecto de la Humedad Natural en el Suelo de Fundación



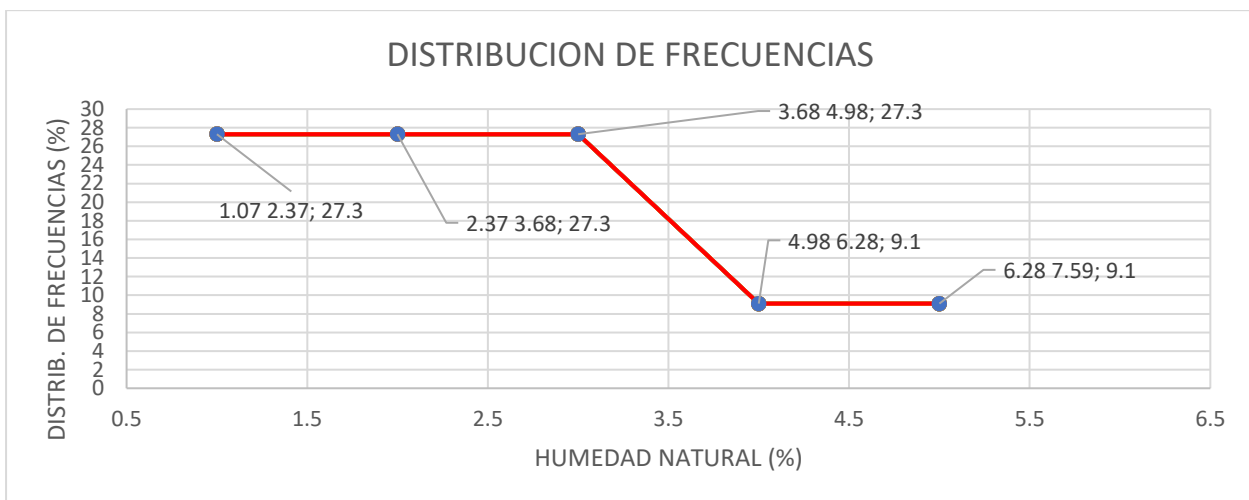
Fuente: Elaboración Propia

La siguiente tabla y gráfico ofrecen un análisis detallado sobre la distribución de frecuencias de los datos recolectados acerca de la variable de humedad natural. Este análisis tiene como objetivo comprender cómo se manejan los datos en relación con su media aritmética, utilizando como referencia la distribución normal o campana de Gauss. Se presta especial atención al sesgo y la curtosis de la distribución para determinar si los datos se ajustan a una distribución normal o si hay algún grado de asimetría o concentración en los extremos.

Tabla 33: Curva de Frecuencias de Contenido de Humedad

INTERVALOS			MARCA DE CLASE	FRECUENCIAS			ACUMULADAS		
N°	L.I.	L.S.		ABSOLUTA	RELATIVA	PORCENTAJES (%)	ABSOLUTA	RELATIVA	PORCENTAJES (%)
1	1.07	2.37	1.72	3	0.273	27.3	3	0.273	27.3
2	2.37	3.68	3.02	3	0.273	27.3	6	0.546	54.6
3	3.68	4.98	4.33	3	0.273	27.3	9	0.819	81.9
4	4.98	6.28	5.63	1	0.091	9.1	10	0.91	91
5	6.28	7.59	6.93	1	0.091	9.1	11	1.001	100
TOTAL				11	1.00	100	-	-	-

RANGO	5.21	N° DE INTERVALOS	5	AMPLITUD DEL INTERVALO	1.303
-------	------	------------------	---	------------------------	-------



Fuente: Elaboración Propia

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

El análisis granulométrico es un método utilizado para determinar cómo están distribuidas las partículas de diferentes tamaños en un suelo, como la grava, arena, limo y arcilla. Cada una de estas fracciones desempeña funciones específicas una vez compactadas hasta alcanzar su máxima densidad: las partículas gruesas, como la grava y la arena gruesa, proporcionan resistencia al desgaste y al impacto; las partículas intermedias, como las arenas finas, funcionan como relleno y estabilizan el material

grueso; los limos ayudan a rellenar y a evitar el movimiento de las partículas gruesas; y las arcillas crean poros pequeños que generan una alta cohesión al retener finas películas de agua. La mayoría de los suelos naturales no son homogéneos, sino que están formados por una combinación de dos o más elementos: arena, arcilla y limo. En algunos casos, también pueden contener material orgánico, ya sea parcialmente descompuesto o completamente degradado. La clasificación de un suelo se basa en el elemento que predomina en su comportamiento, mientras que los demás componentes se utilizan como adjetivos para describir sus propiedades adicionales.

Al analizar la granulometría de un suelo, es fundamental considerar la distribución de los tamaños de sus partículas. Los suelos bien graduados se caracterizan por una amplia gama de tamaños, desde gruesos hasta finos, mientras que los suelos uniformes, por el contrario, presentan partículas de tamaño similar. En el caso de los suelos de granulometría discontinua, estos se componen de una mezcla de partículas gruesas uniformes y partículas finas uniformes, sin partículas intermedias que conecten ambos grupos. Todos los suelos que no se consideran bien graduados se clasifican generalmente como mal graduados. Esta categoría abarca una amplia gama de distribuciones de tamaño de partículas, desde aquellas con cierta variación hasta las completamente uniformes. Es importante destacar que la uniformidad del suelo, es decir, la menor variación en la dimensión de las partículas y su forma más pequeña y angulosa, se relaciona directamente con una menor compacidad mínima. Esto significa que existe una mayor probabilidad de que el suelo se compacte de forma suelta, dejando espacios vacíos entre las partículas.

Por otro lado, cuando la granulometría del suelo presenta una mayor variedad de tamaños de partículas, la compacidad máxima aumenta. En este caso, las partículas más pequeñas pueden rellenar los espacios entre las partículas más gruesas, creando una estructura más compacta y densa.

La granulometría del suelo se refiere a la separación de tamaños presentes en él, la cual se determina mediante el tamizado. El objetivo del análisis granulométrico es obtener la proporción de los distintos elementos constituyentes del suelo, clasificándolos según su tamaño. En función del tamaño de las partículas del suelo, se utilizan los siguientes términos:

Tabla 34: Clasificación de Suelos con Relación al Tamaño de Partículas

<b>TIPO DE MATERIAL</b>	<b>TAMAÑO DE LAS PARTICULAS</b>	
GRAVA	75mm - 4.75mm	
ARENA	Arena Gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm	
	Arena media: 2.00 - 0.425 mm	
	Arena Fina: 0.425 - 0.075 mm	
LIMO	0.075 mm - 0.005 mm	
MATERIAL FINO	ARCILLA	Menor a 0.005 mm

Fuente: (Barriga Dall' Orto, 2013)

Con el fin de examinar la composición de las diferentes dimensiones de partículas en el suelo de cimentación, es decir, su distribución granulométrica. Se efectuó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado, conforme a las normativas ASTM D-422 y MTC E 107. Los datos encontrados se presentan de manera detallada en la tabla que se proporciona a continuación.

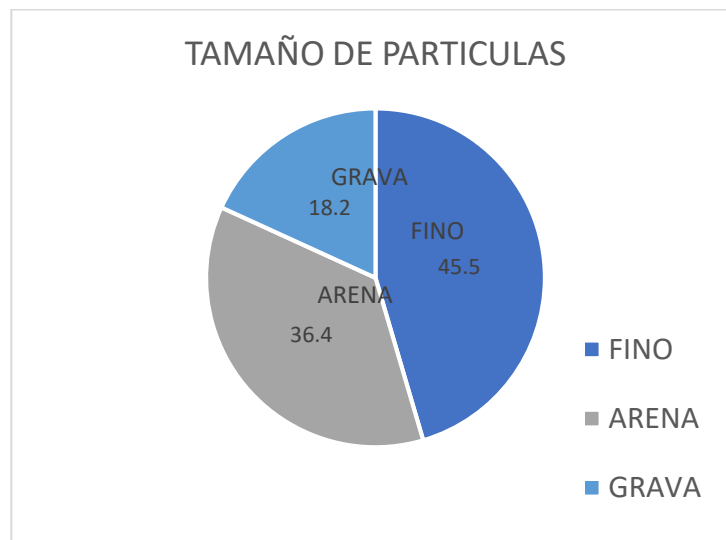
Tabla 35: Incremento del Tamaño de Partículas del suelo de fundación

TAMAÑO DE PARTICULAS		FRECIAS DE TAMAÑO DE PARTICULAS			FRECUENCIAS ACUMULADAS		
		ABSOLUTAS	RELATIVAS	PORCENTAJES (%)	ABSOLUTAS	RELATIVAS	PORCENTAJES (%)
FINO	FINO	5	0.455	45.5	0	0	45.5
ARENA	ARENA	4	0.364	36.4	4	0.364	81.9
GRAVA	GRAVA	2	0.182	18.2	6	0.546	100
TOTAL DE CASOS EVALUADOS		11	1.00	100	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

El gráfico circular muestra la representación visual de la distribución porcentual del incremento del suelo de fundación en relación con la dimensión de sus partículas, clasificados según su tamaño. Se observa que el 45.5% está compuesto por partículas finas, incluyendo limo y arcilla, que el 36.4% está compuesto por arenas y que el 18.2% está compuesto por Grava. En consecuencia, resulta del análisis detallado que la mayor parte del suelo de fundación consiste en suelos finos de consistencia blanda.

Gráfico 17: Representación visual de la composición del suelo de fundación, en relación al tamaño de sus partículas



Fuente: Elaboración Propia

La media aritmética de los elementos constituyentes del suelo de fundación es del 35.51%, compuesta principalmente por partículas finas. Además, se observa que el suelo de fundación, está conformado por limos y arcillas alrededor del 17.20% de la muestra total analizada. Esto implica que, en una cantidad específica de suelo, los limos y arcillas representan cerca del 18% del contenido total de la muestra.

La presencia de partículas finas varía en todos los casos analizados, desde un 8.00% hasta un 88.89%, con un rango de 80.89%. La desviación estándar de esta variabilidad es de 31.20.

**Tabla 36: Resultados Estadísticos del Análisis Granulométrico**

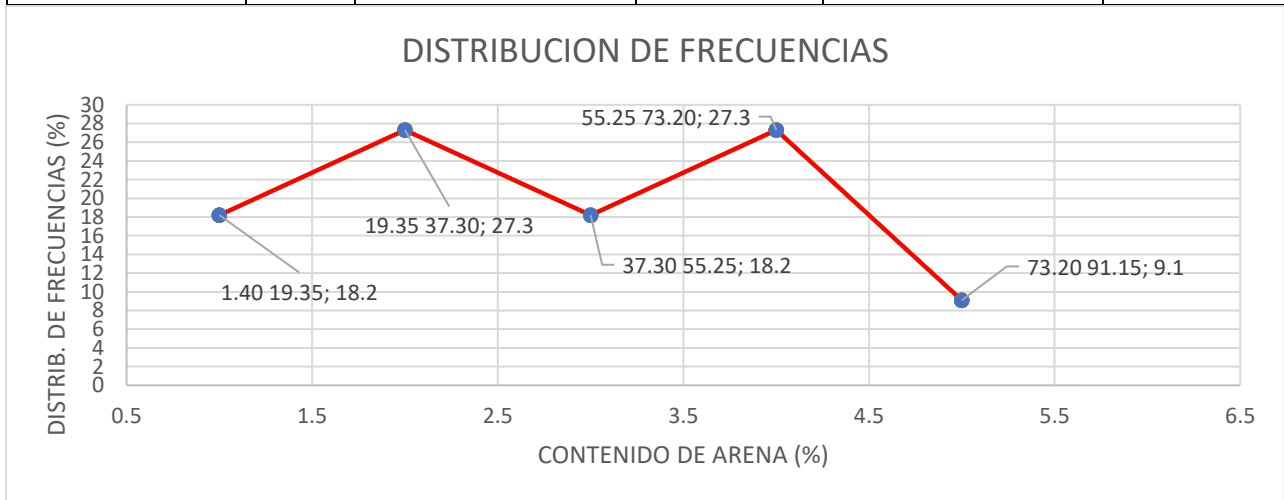
MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y VARIABILIDAD DE LA VARIABLE TAMAÑO			
MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y VARIABILIDAD	TAMAÑO DE PARTICULAS (%)		
	GRAVA	ARENA	FINO
n	11	11	11
MODA	----	----	----
MEDIA	22.21	39.55	35.51
MEDIANA	22.20	39.24	17.20
MAXIMO	53.09	73.22	88.89
MINIMO	1.07	1.35	8.00
RANGO	52.02	71.87	80.89
DES. ESTANDAR	20.16	23.40	31.20
VARIANZA	406.27	547.72	973.54

La curva de frecuencias nos muestra una representación visual de la concentración o dispersión, así como los datos alcanzados en la escala real de medida.

**Tabla 37:** Curva de Frecuencias del Tamaño de Partículas

INTERVALOS			MARCA DE CLASE	FRECUENCIAS			ACUMULADAS		
N°	L.I.	L.S.		ABSOLUTA	RELATIVA	PORCENTAJES (%)	ABSOLUTA	RELATIVA	PORCENTAJES (%)
1	1.40	19.35	10.38	2	0.182	18.2	2	0.182	18.2
2	19.35	37.30	28.33	3	0.273	27.3	5	0.455	45.5
3	37.30	55.25	46.28	2	0.182	18.2	7	0.637	63.7
4	55.25	73.20	64.23	3	0.273	27.3	10	0.91	91
5	73.20	91.15	82.18	1	0.091	9.1	11	1.00	100
TOTAL				11	1.00	100	-	-	-

RANGO	71.80	N° DE INTERVALOS	5	AMPLITUD DEL INTERVALO	17.950
-------	-------	------------------	---	------------------------	--------



Fuente: Elaboración Propia

### **CARACTERIZACIÓN ESTADÍSTICA DEL COMPORTAMIENTO PLÁSTICO DEL SUELO DE FUNDACIÓN.**

La plasticidad de los suelos es su capacidad de mantener su estabilidad hasta cierto límite de humedad sin desintegrarse. Este atributo no está influenciado por los componentes gruesos del suelo, sino únicamente atribuido a la presencia de finos, es por esto que el análisis granulométrico no permite una evaluación directa de esta propiedad, lo que hace imprescindible la determinación de los límites atterberg.

Los límites de Consistencia ofrecen información crucial sobre cómo el suelo responde a los cambios en su contenido de humedad, lo que indica su sensibilidad a dichas

variaciones. La plasticidad del suelo, asociada con estos límites, se debe a la existencia de una capa ligera de agua que ejerce como lubricante entre las partículas del suelo. Por lo tanto, la plasticidad está determinada por una combinación de factores, incluyendo el tamaño y la forma de las partículas individuales, así como las propiedades químicas de su superficie.

El espesor de la capa de humedad que envuelve los granos del suelo está directamente relacionado con dos factores principales: El nivel de humedad de la muestra y sus propiedades de plasticidad. La humedad del suelo, establecida como la cantidad de agua existente en sus poros, determina la cantidad de agua disponible para formar la película. Cuanto mayor sea la humedad, mayor será el espesor de la película. Las características plásticas del suelo, por otro lado, se refieren a su capacidad de cambiar de volumen en presencia de agua. Los suelos con alta plasticidad tienden a formar películas de agua más gruesas que los suelos con baja plasticidad. A partir de estos valores, se calcula el índice de plasticidad, que proporciona una medida cuantitativa del potencial de expansión o contracción del suelo.

El índice de plasticidad es un indicador que muestra el rango de humedad en el cual un suelo exhibe consistencia plástica, es un ensayo eficaz para clasificar los suelos. Un IP más alto sugiere la presencia de suelos altamente arcillosos. Según este índice, los suelos pueden clasificarse de la siguiente manera: No plástico(NP): Cuando el índice de plasticidad es igual a cero, lo que significa que el suelo carece de consistencia plástica, Baja plasticidad: Se refiere a suelos con un índice de plasticidad inferior al 7%, Medianamente plástico: Si IP del suelo se encuentra entre el 7% y el 20%, Altamente plástico: Cuando el suelo presenta un índice de plasticidad superior al 20%.



**Tabla 38:** Clasificación de Suelos de Acuerdo a la Plasticidad

<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>	<b>PLASTICIDAD</b>	<b>CARACTERISTICA</b>
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20		Suelos arcillosos
IP > 7	Media	
IP < 7	Baja	Suelos poca Plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos Exentos de arcilla

Fuente: (Barriga Dall' Orto, 2013)

La presencia de arcilla en los suelos, especialmente en suelos de subrasante y estructuras de pavimento, debe ser cuidadosamente evaluada debido a su alto grado de sensibilidad al agua, lo que puede representar un riesgo significativo para la estabilidad y el rendimiento de estas infraestructuras. Para comprender mejor el comportamiento de los suelos arcillosos, se ha realizado un análisis detallado de los datos recopilados, organizándolos en tablas y diagramas de frecuencia. Esta representación gráfica permite visualizar claramente la tendencia central, la variabilidad y la forma de la distribución del contenido de arcilla en los suelos estudiados. Con el propósito de hacer más fácil la interpretación de los resultados, se ha clasificado los suelos en cuatro categorías según su índice de plasticidad: no plástico, baja plasticidad, plasticidad media y plasticidad alta. Esta clasificación se basa en la capacidad del suelo de deformarse y cambiar de volumen en presencia de agua. Esta información proporciona una visión completa de las propiedades de los suelos arcillosos y su comportamiento en relación con la plasticidad, siendo crucial para tomar decisiones informadas en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras en zonas con este tipo de suelos. El detalle de esta clasificación, junto con los datos organizados en tablas, se presenta a continuación.

Tabla 39: Caracterización del Suelo de Fundación según su Plasticidad

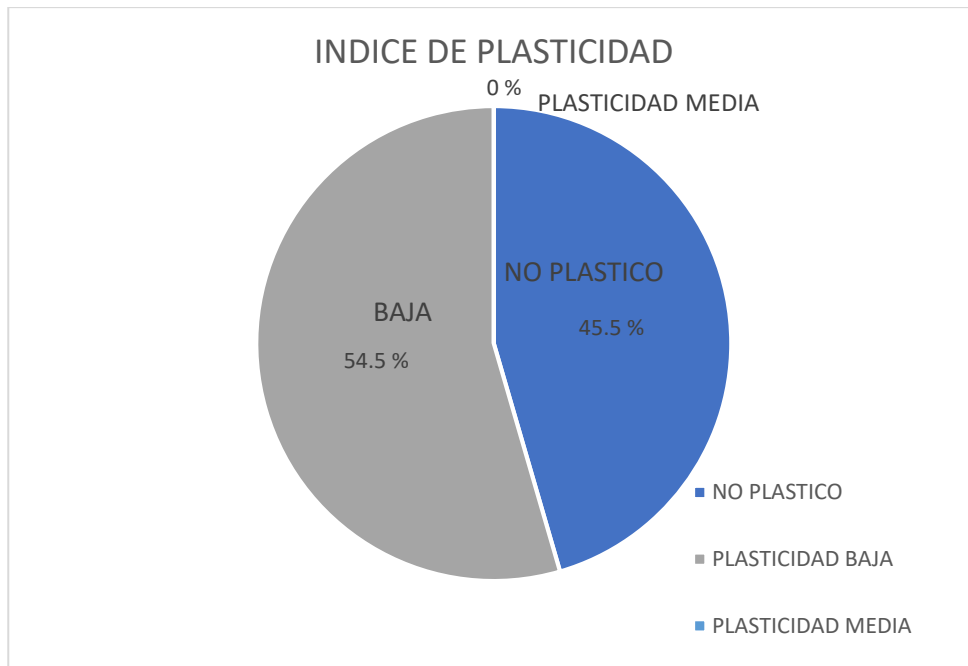
PLASTICIDAD		FRECUENCIAS DE INDICE DE PLASTICIDAD			FRECUENCIAS ACUMULADAS		
		ABSOLUTAS	RELATIVAS	PORCENTAJES	ABSOLUTAS	RELATIVAS	PORCENTAJES (%)
				(%)			
NP	NO PLASTICO	5	0.455	45.5	0	0	45.5
BAJA	PLASTICIDAD BAJA	6	0.545	54.5	6	0.545	100
MEDIA	PLASTICIDAD MEDIA	0	0	0	6	0.545	100
ALTA	PLASTICIDAD ALTA	0	0	0	0	0	0
TOTAL, DE CASOS EVALUADOS		11	1.00	100	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

Los datos presentados en el gráfico esférico de sectores muestran las diferentes categorías de suelos y su respectiva incidencia, expresada en porcentajes, agrupadas según su índice de plasticidad. Se observa que los suelos clasificados como baja plasticidad representan el 54.5% del total, Por otro lado, los suelos no plásticos representan el 45.5%, y no se encontraron casos clasificados como plasticidad media y plasticidad alta.

Sin embargo, se destaca que al no encontrarse plasticidad media y plasticidad alta los suelos no sufrirán de cambios volumétricos (expansión) esto es beneficioso para las estructuras viales de la ciudad de Ilo

Gráfico 18: PLASTICIDAD DEL SUELO DE FUNDACIÓN

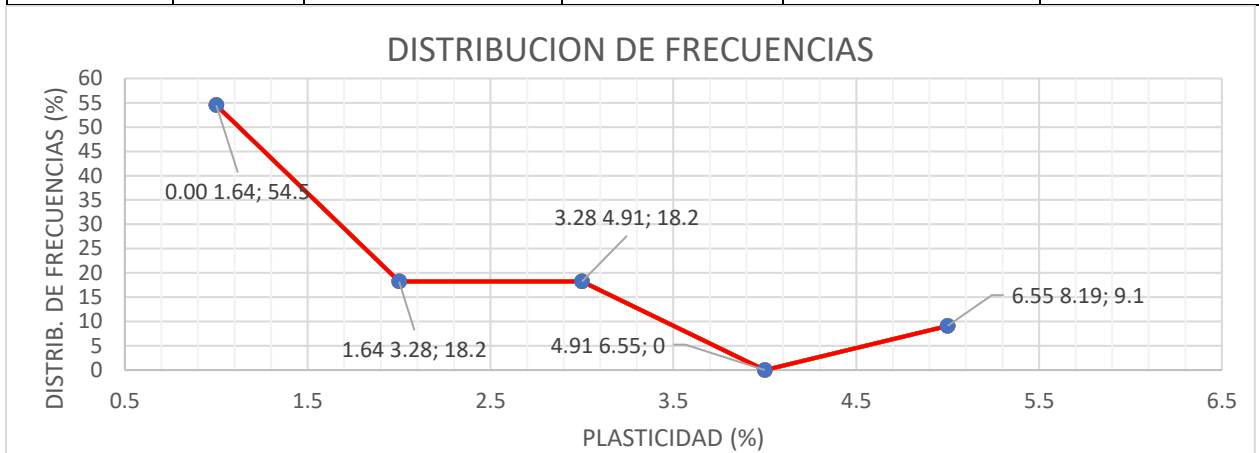


La representación gráfica ilustra la distribución de frecuencia de la variable plasticidad, lo que permite visualizar cómo se distribuyen las estadísticas en relación con la media aritmética y otras medidas de tendencia central. Se utiliza la distribución normal o campana de Gauss como referencia para evaluar la asimetría y la curtosis de los datos. En este caso, la estructura de frecuencias de los hallazgos alcanzados tras el estudio se considera asimétrica.

Tabla 40: Curva de Frecuencias del Índice de Plasticidad

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE PLASTICIDAD										
INTERVALOS			MARCA DE CLASE	FRECUENCIAS			ACUMULADAS			
N°	L.I.	L.S.		ABSOLUTA	RELATIVA	PORCENTAJES (%)	ABSOLUTA	RELATIVA	PORCENTAJES (%)	
1	0.00	1.64	0.82	6	0.545	54.5	6	0.545	54.5	
2	1.64	3.28	2.46	2	0.182	18.2	8	0.727	72.7	
3	3.28	4.91	4.09	2	0.182	18.2	10	0.909	90.9	
4	4.91	6.55	5.73	0	0	0	10	0.909	90.9	
5	6.55	8.19	7.37	1	0.091	9.1	11	1.00	100	
TOTAL					11	1.00	100	-	-	-

RANGO	6.55	N° DE INTERVALOS	5	AMPLITUD DEL INTERVALO	1.638
-------	------	------------------	---	------------------------	-------



Fuente: Elaboración Propia

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA DEL SUELO DE FUNDACIÓN

El análisis del desempeño mecánico del suelo es primordial en el diseño y la construcción de carreteras, ya que brinda datos vitales acerca de la resistencia del terreno para resistir cargas donde se levantará la construcción del pavimento. La capacidad de soporte del suelo se refiere a la cantidad de carga que puede sostener sin experimentar asentamientos significativos. En este ámbito, el parámetro más comúnmente empleado para medir la capacidad de soporte es el Índice C.B.R.

El Índice de Soporte C-B-R se explica como la comparación entre la fuerza aplicada para que un pistón penetre en el suelo a una profundidad establecida y la presión exigida para alcanzar la misma penetración en una muestra patrón, representado en porcentaje.

Este índice permite caracterizar y clasificar los suelos de subrasante según sus valores de CBR, lo que proporciona una guía para determinar su idoneidad para soportar la carga del pavimento. Los detalles de esta clasificación se presentan en una tabla que proporciona una referencia clara para la elección de criterios en el proceso de diseño y construcción de pavimentos.

Tabla 41: CATEGORIAS DE CBR DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

<b>CATEGORIAS</b>	<b>CBR</b>
S <sub>0</sub> : SUBRASANTE INADECUADA	CBR < 3%
	De CBR ≥ 3%
S <sub>1</sub> : SUBRASANTE INSUFICIENTE	A CBR < 6%
	DE CBR ≥ 6%
S <sub>2</sub> : SUBRASANTE REGULAR	A CBR < 10%
	DE CBR ≥ 10%
S <sub>3</sub> : SUBRASANTE BUENA	A CBR < 20%
	DE CBR ≥ 20%
S <sub>4</sub> : SUBRASANTE MUY BUENA	A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : SUBRASANTE EXCELENTE	CBR ≥ 30 %

Fuente: (Barriga Dall' Orto, 2013)

El suelo de cimentación, que es la base sobre la cual se edificara la estructura del pavimento, deben poseer características adecuadas para ser más resistente a las cargas creadas por el tráfico vehicular sin comprometer su estabilidad. Es esencial que los suelos ubicados por debajo del nivel superior de la sub-rasante, a una profundidad mínima de 0.60 metros, cumplan con ciertos estándares de calidad. Idealmente, estos suelos deben tener un índice CBR igual o superior al 6%. En caso de que el suelo debajo del nivel superior de la sub-rasante tenga un índice CBR inferior al 6%, lo que se clasifica

como suelos pobres e inadecuados, se requiere tomar medidas de estabilización para garantizar su resistencia y durabilidad a lo largo del tiempo. Estas medidas pueden variar según las características específicas del suelo e incluyen opciones como la estabilización mediante métodos mecánicos, la sustitución del suelo de cimentación, la estabilización química del suelo, el uso de geosintéticos para la estabilización, la elevación de la rasante o incluso modificar el trazado vial, optando por la propuesta más apropiada desde el punto de vista técnico y económico. Estas estrategias buscan no solo mejorar la capacidad de soporte del suelo, sino también asegurar su estabilidad y resistencia a largo plazo.

Las tablas de frecuencias y los gráficos estadísticos que se presentan seguidamente ofrecen una síntesis de los datos obtenidos, lo que permite tener una visión general del comportamiento de los suelos de fundación. Estos datos resumidos ofrecen una idea aproximada de los valores centrales, la variabilidad y la distribución de los datos en relación con el valor central.

Con la intención de hacer más accesible la comprensión de los hallazgos, se incluye una tabla de frecuencias que clasifica los suelos de fundación en seis categorías según su índice CBR. Estas categorías van desde "inadecuada" hasta "excelente", reflejando la capacidad del suelo para resistir cargas. Esto permite una clasificación más detallada que ayuda a entender mejor la calidad y las características de los suelos evaluados.

Tabla 42: Análisis del índice CBR y frecuencias para la caracterización del suelo de Fundación.

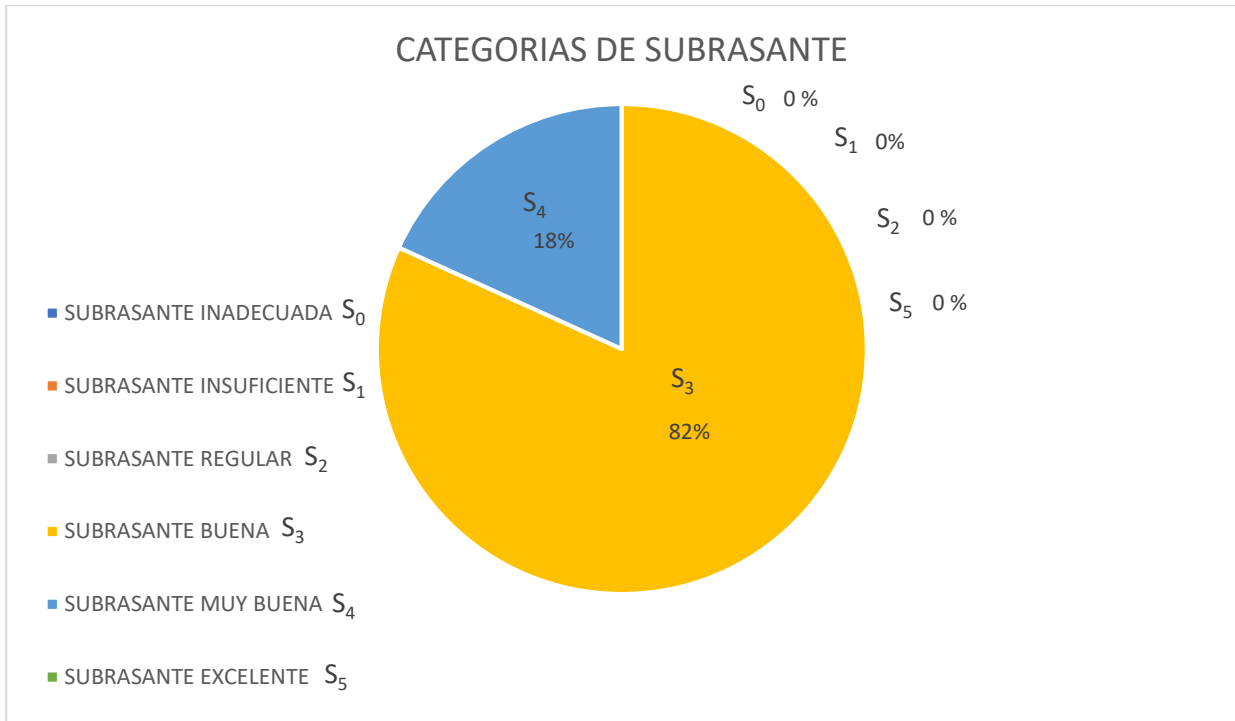
CATEGORIAS DE SUBRASANTE	FRECUENCIAS (RESISTENCIA)			FRECUENCIAS ACUMULADAS		
	ABSOLUTAS	RELATIVAS	PORCENTAJES	ABSOLUTAS	RELATIVAS	PORCENTAJES (%)
			(%)			
S <sub>0</sub> SUBRASANTE INADECUADA	0	0	0	0	0	0
S <sub>1</sub> SUBRASANTE INSUFICIENTE	0	0	0	0	0	0
S <sub>2</sub> SUBRASANTE REGULAR	0	0	0	0	0	0
S <sub>3</sub> SUBRASANTE BUENA	9	0.818	81.8	9	0.818	82
S <sub>4</sub> SUBRASANTE MUY BUENA	2	0.182	18.2	11	1	100
S <sub>5</sub> SUBRASANTE EXCELENTE	0	0	0	11	1	100
<b>TOTAL DE CASOS EVALUADOS</b>	11	0.00	0	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico esférico que se presenta, se detalla la distribución de las distintas categorías de suelos utilizados como terreno de fundación, tomando en cuenta un total de 11 casos analizados. Los resultados muestran que el 82 % de los suelos se clasifican como "sub-rasante Buena", mientras que 18 % se categoriza como "sub-rasante muy buena". Por otro lado, el 0% de los casos cae dentro de la categoría de "sub-rasante inadecuada", "insuficiente", "Regular", y "excelente".

Este análisis refleja que una mayoría significativa, representada por el 82%, está compuesta por suelos con calificaciones de Bueno, lo que sugiere que la calidad de los suelos de fundación es adecuada para soportar las cargas provenientes del tráfico vehicular. Por otro lado, el 18% de los suelos evaluados cumplen con los estándares de muy buenos, lo que subraya que los suelos en su mayoría son aptos para edificar pavimentos sin la necesidad de realizar ningún mejoramiento.

Gráfico 19: Clasificación del suelo de Fundación respecto al CBR



Fuente: Elaboración Propia

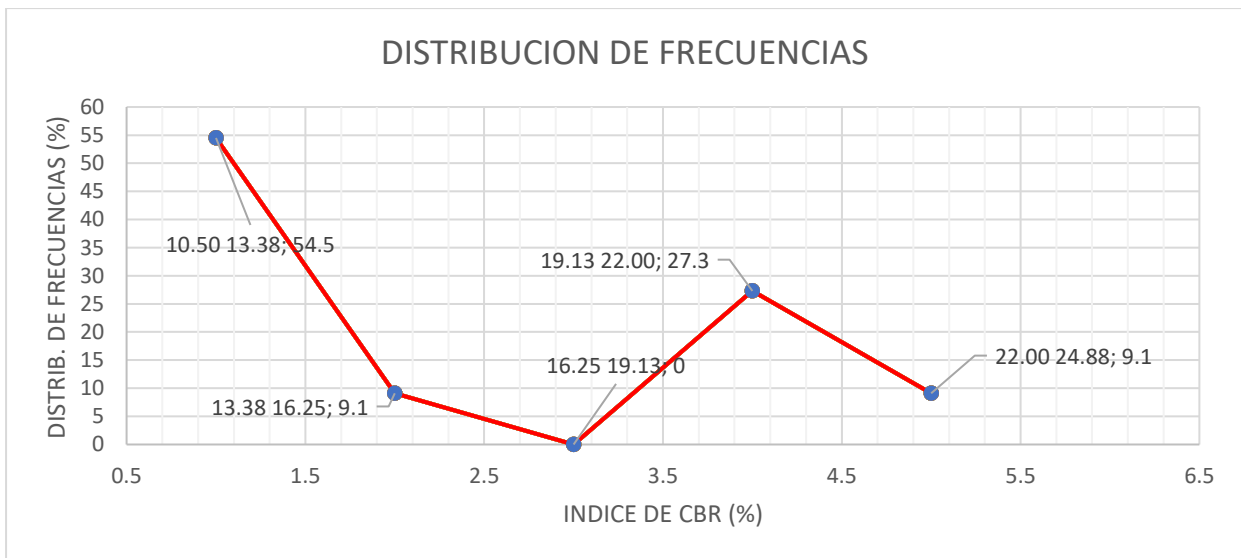
En la representación gráfica proporcionada, se ilustra la curva de frecuencias que describe la distribución de los datos respecto a la variable de resistencia. En esta curva, se observa que la distribución de los resultados no es simétrica, lo que se atribuye a la presencia de valores extremadamente altos. Estos valores extremos no afectan la media aritmética, se tiene como valor de la mediana 13, como la media 14.94, lo que resulta en una varianza 20.22. Esto indica que la distribución es asimétrica positiva.



Tabla 43: ANÁLISIS DE CURVA DE FRECUENCIAS DE RESISTENCIA DEL SUELO DE FUNDACIÓN

N°	INTERVALOS		MARCA DE CLASE	FRECUENCIAS			ACUMULADAS		
	L.I.	L.S.		ABSOLUTA	RELATIVA	PORCENTAJES (%)	ABSOLUTA	RELATIVA	PORCENTAJES (%)
1	10.50	13.38	11.94	6	0.545	54.5	6	0.545	54.5
2	13.38	16.25	14.81	1	0.091	9.1	7	0.636	63.6
3	16.25	19.13	17.69	0	0	0	7	0.636	63.6
4	19.13	22.00	20.56	3	0.273	27.3	10	0.909	90.9
5	22.00	24.88	23.44	1	0.091	9.1	11	1.00	100
TOTAL				11	1.00	100	-	-	-

RANGO	11.50	N° DE INTERVALOS	5	AMPLITUD DEL INTERVALO	2.875
-------	-------	------------------	---	------------------------	-------



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y VARIABILIDAD DE LA VARIABLE RESISTENCIA

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y VARIABILIDAD	CBR 0.1"
	95%
n	11
MODA	----
MEDIA	14.94
MEDIANA	13.00
MAXIMO	22.00
MINIMO	10.50
RANGO	11.50
DES. ESTANDAR	4.50
VARIANZA	20.22

Fuente: Elaboración Propia

**OE3.** La metodología del cálculo estructural del cálculo del paquete estructural de alto tránsito es un proceso crucial que requiere consideraciones detalladas para garantizar la durabilidad, seguridad y eficiencia de la infraestructura vial. Para esta investigación esta etapa se trabajó con los datos ya obtenidos de la vía número 3 que es la de alto tránsito en base a todos los ensayos y caracterización ya obtenidos.

- Conteo Vehicular: ESSAL:

El Conteo Vehicular ESSAL (Estudio de Saturación de Servicios de Acceso y Limitación) la cual es la metodología que se utilizó para examinar el flujo de vehículos. Este estudio se enfocó en recopilar datos sobre el volumen y la composición del tráfico vehicular a lo largo de siete días. El objetivo principal de realizar la cantidad de vehículos ESSAL fue evaluar la capacidad de la infraestructura vial de la Av. 1 Algarrobal y determinar la clasificación y la cantidad de vehículos que circulan, para poder avalar un adecuado diseño de alto tránsito del pavimento flexible.

**Tabla 45:** Calculo de ESSAL

Carretera		EL Algarrobal					Año de estudio		2024														
Tramo		Avenida N°01 - El Algarrobal					Tiempo de estudio a la ejecución de proyecto		4														
Cod Estación		E-1					TIPO DE PAVIMENTO		Pavimento flexible														
Estación		Santa Rosa					Ubicación		EL Algarrobal														
Factor de corrección estacional		Veh. Livianos		fe:		0.8275		1 045 171															
		Veh. Pesados		fe:		1.0476		Sentido															
								Ambos															
Día		Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus (B)			Camion (C)			Semitrailers				Trailers					
		Pick Up	Panel	Rural	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
Lunes 12/02/2024	0+00 Avenida N° 01	30	22	32	15	30	24	8	6	4	12	8	12	3	2	2	2	2	0	0	0	0	
	0+936.98 Avenida N° 01	26	19	28	21	27	22	6	4	3	10	11	10	2	1	1	2	1	0	0	0	0	
	Total	56	41	60	36	57	46	14	10	7	22	19	23	5	3	3	4	3	0	0	0	0	
Martes 13.01/2024	0+00 Avenida N° 01	32	28	32	32	32	26	9	5	4	15	12	9	2	3	2	3	2	0	0	0	0	
	0+936.98 Avenida N° 01	40	35	27	28	29	23	7	7	5	11	14	7	2	2	2	1	2	0	0	0	0	
	Total	72	63	59	60	61	49	16	12	9	26	26	16	4	5	4	4	4	0	0	0	0	
Miercoles 14/01/2024	0+00 Avenida N° 01	36	25	32	19	32	24	8	4	6	8	16	12	4	4	2	2	2	0	0	0	0	
	0+936.98 Avenida N° 01	32	31	26	16	28	21	5	6	4	7	13	8	2	3	1	3	3	0	0	0	0	
	Total	68	56	58	35	60	45	13	10	10	15	29	20	6	7	3	5	5	0	0	0	0	
Juevez 15.01/2024	0+00 Avenida N° 01	35	29	31	21	34	25	6	5	5	11	12	13	5	2	3	3	3	0	0	0	0	
	0+936.98 Avenida N° 01	31	34	29	19	29	23	4	3	2	15	9	9	1	2	2	1	1	0	0	0	0	
	Total	66	63	60	40	63	48	10	8	7	26	21	22	6	4	5	4	4	0	0	0	0	
Viernes 16/01/2024	0+00 Avenida N° 01	31	33	28	26	32	26	6	6	4	16	14	12	3	3	2	2	2	0	0	0	0	
	0+936.98 Avenida N° 01	28	27	31	23	36	21	8	4	6	12	11	9	2	2	1	2	1	0	0	0	0	
	Total	59	60	59	49	68	47	14	10	10	28	25	21	5	5	3	4	3	0	0	0	0	
Sabado 17/01/2024	0+00 Avenida N° 01	30	31	29	28	30	28	7	5	3	17	16	11	5	2	3	2	2	0	0	0	0	
	0+936.98 Avenida N° 01	28	29	27	25	27	25	5	2	4	13	18	7	2	1	1	1	2	0	0	0	0	
	Total	58	60	56	53	57	53	12	7	7	30	34	18	7	3	4	3	4	0	0	0	0	
Domingo 18/01/2024	0+00 Avenida N° 01	32	28	30	31	31	26	4	6	5	15	15	12	4	2	2	3	2	0	0	0	0	
	0+936.98 Avenida N° 01	29	26	34	29	28	25	6	4	3	11	11	9	2	2	1	2	1	0	0	0	0	
	Total	61	54	64	60	59	51	10	10	8	26	26	21	6	4	3	5	3	0	0	0	0	
IMDs	0+00 Avenida N° 01	32.3	28.0	30.6	24.6	31.6	25.6	6.9	5.3	4.4	13.4	13.3	11.6	3.7	2.6	2.3	2.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0+936.98 Avenida N° 01	30.6	28.7	28.9	23.0	29.1	22.9	5.9	4.3	3.9	11.3	12.4	8.4	1.9	1.9	1.3	1.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Total	62.9	56.7	59.4	47.6	60.7	48.4	12.7	9.6	8.3	24.7	25.7	20.0	5.6	4.4	3.6	4.1	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
IMDa	0+00 Avenida N° 01	26.72	23.17	25.30	20.33	26.13	21.16	7.18	5.54	4.64	14.07	13.92	12.12	3.89	2.69	2.39	2.54	2.24	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0+936.98 Avenida N° 01	25.30	23.76	23.88	19.03	24.12	18.91	6.14	4.49	4.04	11.82	13.02	8.83	1.95	1.95	1.35	1.80	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Total	52.01	46.93	49.18	39.37	50.24	40.07	13.32	10.03	8.68	25.89	26.94	20.95	5.84	4.64	3.74	4.34	3.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
IMDa	2024	Total vehículos	52.00	47.00	49.00	39.00	50.00	40.00	13.00	10.00	9.00	26.00	27.00	21.00	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- Cálculo de la tasa Anual de Crecimiento

Para calcular la tasa anual de incremento del tráfico vehicular, se recopilamos datos de conteo vehicular. Este proceso proporciona una estimación del aumento o disminución anual promedio del tráfico en la vía, lo que es esencial para un óptimo diseño de pavimentos que sean capaces de resistir las cargas esperadas durante su vida útil.

Tabla 46: Resultados de Tasa Anual de Crecimiento

Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r:	1.97 %
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	0.58 %
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n:	4

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

- Cálculo de Ejes Equivalentes

El cálculo de ejes equivalentes consistió en convertir las cargas de vehículos de diferentes tipos y pesos en un número equivalente de ejes estándar. Se calculó considerando la carga de cada vehículo y su impacto relativo en comparación con un eje estándar de referencia, el cual es el equivalente de un eje de carga estándar. Se tuvo en cuenta factores como el peso del vehículo, el número de ejes y la distribución de la carga a lo largo de los ejes para determinar su efecto sobre el pavimento. Este cálculo es fundamental en el diseño de pavimentos porque permite estimar de manera más precisa el deterioro que sufrirá la estructura del pavimento debido al tráfico vehicular.

**Tabla 47: Calculo de Ejes Equivalentes**

TIPO DE VEHICULO		IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P. FLEXIBLE	f. IMDA FLEXIBLE	
		2028	EJE	LLANTAS	EJE Tn			
VEHICULOS LIGEROS	Autos	55.13	SIMPLE	2	1	0.000527	0.029056604	
		55.13	SIMPLE	2	1	0.000527	0.029056604	
	S. Wagon	49.83	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0262627	
		49.83	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0262627	
	Pick Up	51.95	SIMPLE	2	1	0.000527	0.027380262	
		51.95	SIMPLE	2	1	0.000527	0.027380262	
	Panel	41.35	SIMPLE	2	1	0.000527	0.021792453	
		41.35	SIMPLE	2	1	0.000527	0.021792453	
	Rural	53.01	SIMPLE	2	1	0.000527	0.027939043	
		53.01	SIMPLE	2	1	0.000527	0.027939043	
	Micros	42.41	SIMPLE	2	1	0.000527	0.022351234	
		42.41	SIMPLE	2	1	0.000527	0.022351234	
OMNIBUS	2E	13.23	SIMPLE	2	7	1.26536675	16.73765701	
		13.23	SIMPLE	4	11	3.23828696	42.83448771	
	3E	10.18	SIMPLE	2	7	1.26536675	12.87512078	
		10.18	TANDEM	6	16	1.36594455	13.89850101	
	4E	9.16	TANDEM	4	14	2.19644727	20.1139879	
	9.16	TANDEM	6	16	1.36594455	12.50865091		
CAMIÓN	2E	26.46	SIMPLE	2	7	1.26536675	33.47531402	
		26.46	SIMPLE	4	11	3.23828696	85.6689754	
	3E	27.47	SIMPLE	2	7	1.26536675	34.7628261	
		27.47	TANDEM	8	18	2.01921345	55.47290241	
	4E	21.37	SIMPLE	2	7	1.26536675	27.03775363	
	21.37	TRIDEM	10	23	1.5081836	32.22614833		
SEMITRAYL ERS	2S1	6.11	SIMPLE	2	7	1.26536675	7.725072467	
		6.11	SIMPLE	4	11	3.23828696	19.76976356	
		6.11	SIMPLE	4	11	3.23828696	19.76976356	
	2S2	5.09	SIMPLE	2	7	1.26536675	6.437560389	
		5.09	SIMPLE	4	11	3.23828696	16.47480297	
		5.09	TANDEM	8	18	2.01921345	10.2727597	
	2S3	4.07	SIMPLE	2	7	1.26536675	5.150048311	
		4.07	SIMPLE	4	11	3.23828696	13.17984237	
		4.07	TRIDEM	12	25	1.70602625	6.94353444	
	3S1	4.07	SIMPLE	2	7	1.26536675	5.150048311	
		4.07	TANDEM	8	18	2.01921345	8.218207764	
		4.07	SIMPLE	4	11	3.23828696	13.17984237	
	3S2	4.07	SIMPLE	2	7	1.26536675	5.150048311	
		4.07	TANDEM	8	18	2.01921345	8.218207764	
		4.07	TANDEM	8	18	2.01921345	8.218207764	
	>=S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
		0.00	TRIDEM	12	25	1.70602625	0	
TRAYLERS	2T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
	2T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
	3T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		>=3T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
			0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0
			0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	

- RESUMEN DE CRITERIOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Tabla 48: Resumen de Valores de Diseño de Pavimento

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehiculos pesados	r:	0.58 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados	Fca	21.14
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		2 calzadas con separador central, 2 sentidos, 4 carriles por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.25
Número de ejes equivalentes (ESAL) 2048	ESAL	1 045 171

- DISEÑO DE PAVIMENTO

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	1 045 171
Suelo de la subrasante	CBR =	11.7 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	MR (psi)=	12298.14
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP5
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.50
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	1.5

$$\log_{10}(W18) = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D+1) - 0.06 + \left[ \frac{\log_{10} \frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}}{1 + \frac{1.624 \times 10^6}{(D+1)^{4.40}}} \right] + (4.22 - 0.32 p_t) \log_{10} \left[ \frac{S'_c C_d [D^{0.75} - 1.132]}{215.63 / \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Número estructural requerido

Calcular SN

SNR=

2.820

Coefficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.125	0.054	0.047

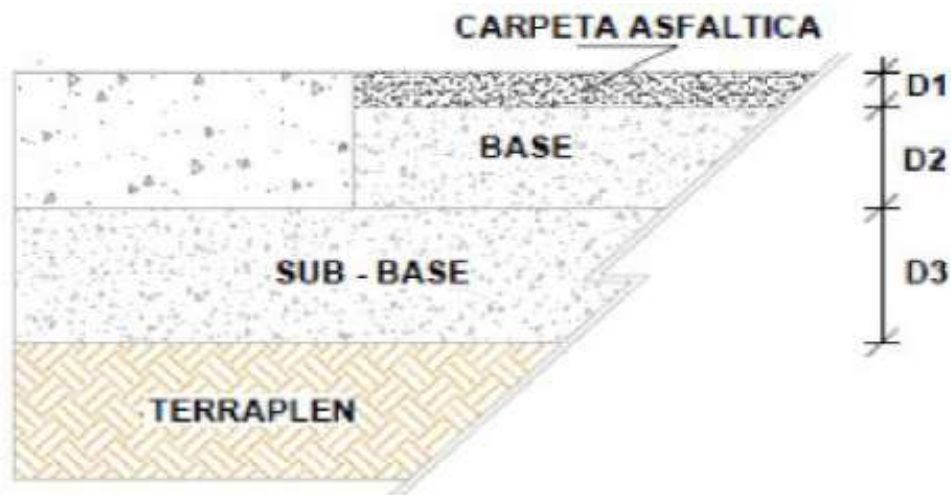
Coefficientes de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
<b>5 cm</b>	<b>20 cm</b>	<b>25 cm</b>
Capa superficial	Base	SubBase

SNR (Requerido)	<b>2.820</b>	Debe cumplir SNR (Resultado) $>$ SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	<b>2.88</b>	SI CUMPLE



## V. DISCUSIÓN.

1. Se identificó las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación donde se identificó, describió y clasificó geotécnicamente lo que ha permitido elaborar el perfil del suelo de fundación

Según el estudio realizado por Lazo y Palpa (2019) ubicado en el ensanchamiento de la Avenida Javier Prado al Este, en el tramo de la Av. La Molina en la ciudad de Lima, Perú, se realizaron evaluaciones geotécnicas que arrojaron resultados significativos. En la calicata C-1, se observó que en la capa superficial de 0.00 @ 0.20 metros de profundidad, donde se encontró material orgánico. Desde 0.20 hasta 0.70 metros de profundidad, los suelos fueron clasificados como (SC), con una composición granulométrica que comprendía un 33.7% de grava, 48.1% de arena y 18.2% de fino. Para la capa E-2, ubicada entre 0.7 y 1.5 metros de profundidad, se identificaron suelos clasificados como (CL – ML), con una presencia de 1.5% de grava, 31.6% de arena y 66.9% de finos. En la zona C - 2, a una profundidad de 0.00 @ 0.30 metros, se encontraron suelos (SP – SC), con una composición que incluía un 36.8% de gravas, 56.9% de arena y 6.3% de finos. A partir de 0.6 hasta 1.6 metros de profundidad, los suelos clasificados como (GP) presentaban una composición de 75.6% de gravas, 22.8% de arena y 1.6% de finos. La calicata C - 3 reveló la presencia de terreno de cultivo en la capa superficial de 0.00 a 0.20 metros, con material orgánico. Entre 0.20 y 1.30 metros de profundidad, los suelos fueron clasificados como (GC – GM), con un contenido de 50.3% de gravas, 34.3% de arena y 15.4% de finos. Finalmente, entre 1.3 y 1.6 metros de profundidad, se identificaron suelos clasificados como (GW), con



un contenido de 70.8% de grava, 26.9% de arena y 2.3% de finos. En la calicata C - 4, se encontró material orgánico en la capa superficial de 0.00 a 0.20 metros. Desde 0.20 hasta 1.00 metros de profundidad, los suelos fueron clasificados como (GC), con un contenido de 52.2% de gravas, 28.3% de arena y 19.5% de finos. Finalmente, entre 1.00 y 1.60 metros de profundidad, se identificaron suelos clasificados como (GW), con un contenido de 68.5% de gravas, 26.6% de arena y 5% de finos.

De acuerdo con los hallazgos de esta investigación se pudo analizar que, en la V-1/C-01 se determinó que el terreno de fundación clasifica como suelo de tipo (SM – SC), de tono gris claro y de compacidad media, además de tener un contenido de humedad de 6.28%. En la denominada C - 02, se identificó un suelo (GM) de color Beige claro, caracterizado por la presencia de clastos subredondeados de compacidad media. Por otro lado, en la C - 03 se identificó un material granular conformado por grava de clastos subredondeados de tamaño máximo de 3” de color beige claro de compacidad media que clasifica como (GP). en la C - 04 se encontró material granular conformado por grava y arena, mayor presencia de grava, de clastos subredondeados de tamaño máximo de 2” de color beige claro, de compacidad media que clasifica (GM - GC). En la V-2/C-1 y la C-2, clasifican como (SM), mientras que en la C - 3 se identificó un suelo de color Marrón claro de clastos subredondeados que clasifica como (SM - SC). V-3/C-1 se pudo determinar que es un suelo de color Marrón claro de compacidad media que clasifica como (SP - SM). En cuanto a la Calicata-02,03 Y 04 se pudo determinar que clasifican como (SP).

Tabla 49: RESUMEN DE RESULTADOS

Lazo y Palpa (2019)	Investigación Propia
C-1: Suelos CL-ML	V-1/C-1: suelo SM-SC,
C-2: Suelo GP	C - 2: Suelo GM, Grava
C-3 Suelo GC-GM	C - 3: Suelo GP, Grava Pobremente Gradada
C-4 Suelo GW	C-4: Suelo GM-GC,
No se observó Nivel Freático	V-2/C-1: Suelo SM,
	C-2: Suelo SM,
	S-3: Suelo SM-SC
	V-3/C-1: Suelo SP-SM,
	C-2: Suelo SP,
	C-3: Suelo SP,
	C-4: Suelo SP
	No se observó Nivel Freático

Fuente: Elaboración Propia

2. Se identifico y describió de acuerdo a esta investigación los criterios y parámetros definidos geotécnicamente los cuales definen si el suelo de fundación es idóneo para la cimentación de vías urbanas en la ciudad de Ilo.
- Quispe (2016) en su investigación geotécnica que llevo a cabo para la planificación de la nueva vía de la Av. Jallihuaya ubicada en la ciudad de Puno. Durante la evaluación, se determinó arcillas de mediana plasticidad (CL) que demostraron ser inestables en las progresivas de 0+000 a 1+750, con un índice de CBR de 5.60%. Desde la prog. 1+750 hasta la 2+020, se encontraron arenas arcillosas (SC) con un índice de CBR de 11.0%, y de la progresiva 2+020 a la 3+000, se hallaron arenas limosas arcillosas (SM-SC). En cuanto a la subbase granular de la avenida en mención, se planea combinar egregaos de la cantera ligante Jallihuaya en un (40%) y la cantera de hormigón rio Cutimbo en un (60%). Los datos analizados de los ensayos de laboratorio para estos materiales mostraron un LL de 19.25%, un IP de 2.83%, una tasa de abrasión del 28.50%,

un equivalente de arena del 42.50%, un CBR del 64%, y una proporción de chatas alargadas del 4.32%. Para la base granular, se seleccionaron materiales de la cantera Jallihuaya (20%), la cantera rio Cutimbo (60%), y piedra chancada (20%). Los resultados de los ensayos de laboratorio para estos materiales arrojaron un límite líquido de 18.85%, un índice plástico no plástico (N.P.), una tasa de abrasión del 24.74%, un equivalente de arena del 59.70%, un CBR del 92%, y una proporción de chatas alargadas del 4.32%. verificó que todas las características geomecánicas de las canteras satisfacen los estándares definidos por la Sociedad Estadounidense de Materiales de Prueba, así como las especificaciones técnicas de AASTHO y MTC. Además, las rocas sedimentarias también cumplen con estos criterios, demostrando un índice de abrasión del 22.01%.

- De acuerdo a los datos que se obtuvieron de esta investigación se obtuvo que: en la totalidad del suelo de cimentación, el 100%, contiene una humedad natural inferior al 15%, En cuanto a la composición del suelo, se pudo determinar que el 45.5% está compuesto por finos, que el 36.4% está conformado por arenas, y que él 18.2% está conformado por gravas, En términos de plasticidad, se encontró que el 54.5% de las vías urbanas este compuesto por suelos poco arcillosos de plasticidad baja y que 45.5% está compuesto por suelos No plástico. En relación al índice de CBR, se observó que el 82% de las vías urbanas analizadas muestran un valor superior al 10%, lo que indica una clasificación de sub-rasante buena. Por otro lado, el 18% restante se identificó como sub-rasante muy buena. De acuerdo a los resultados detallados es que no se realizó un análisis al material de préstamo ya que los resultados del suelo de fundación son favorables en todas

las vías motivo por el cual no se requiere trabajar con material de préstamo ni realizar ningún tipo de Mejoramiento.

- Se determino el Diseño estructural del Pavimento Flexible de Alto Transito.

Gonzales (2020) en el desarrollo de su investigación de Diseño de Pavimento Flexible aplicando el Método AASTHO 93 en Lambayeque obtuvo un índice semanal promedio de 3204 vehículos por día, obtuvo el índice promedio anual 3258 vehículos por día, obteniendo así ejes Equivalentes (ESAL) de 16 624751 KN. Como tipo de suelo con una clasificación SUCS obtuvo un (CL) arcilla de baja plasticidad, como Clasificación AASHTO obtuvo un suelo de tipo A-4-9. Con un CBR al 95% de 6.9% el cual se considera como un suelo regular-malo. Finalmente aplicando el Método AASHTO 93, obtuvo espesores de: Carpeta asfáltica de 6cm, base granular de 36cm y sub base granular de 60cm.

De acuerdo al análisis efectuado en esta tesis se pudo obtener como resultados que se tiene como índice medio diario semanal IMDs un total de 3207 veh. Y se obtuvo como Índice medio Diario Anual IDMa un total de 4873 veh; teniendo como tasan anual de crecimiento para Vehículos livianos  $r=1.97\%$  y para tasa anual de crecimiento de vehículos pesado  $0.58\%$ , tiempo de vida útil del pavimento es de 20 años y su factor de crecimiento de vehiculos pesados es de 21.14, el numero de ejes equivalentes W18 (ESALs) al 2048 es de 1,045,171.00, el suelo de fundación obtuvo una clasificación de suelos según SUCS de SP (Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino) y con una clasificación AASHTO un valor A - 2 - 4 , el CBR de la Subrasante al 95 % es de 11.7%, teniendo un modulo de resiliencia de  $Mr= 12298.14$ , para el diseño de

pavimento se obtuvieron como resultados del paquete estructural SN una carpeta asfáltica de 5cm, base granular de 20 cm y una Subbase de 25 cm, se cumple con el SNR (paquete estructural requerido)

## **VI. CONCLUSIONES.**

- Se concluye en base al Objetivo general que, al establecer una caracterización geotécnica detallada del suelo de fundación se determina la idoneidad del suelo y su capacidad de soporte para el diseño de pavimentos para un mejor desempeño del paquete estructural del pavimento y de esa manera cumpla con su vida útil para el cual fue diseñado.
- Para objetivo Especifico N01, Se identifico, describió y clasifico geotécnicamente el suelo de cimentación. Los suelos de fundación presentes en todas las vías analizadas están mayormente compuestos por materiales finos, que se encuentran debajo de la capa de relleno existente. Se observa que estos suelos comienzan a partir de una profundidad superficial de aproximadamente 0.30 metros y continúan hasta alcanzar la profundidad máxima explorada de 1.50 metros. Principalmente se trata de suelos con textura fina, que exhiben un color que va desde el gris hasta el gris blanquecino. Estos suelos se presentan en estado suelto, con niveles de humedad y una consistencia blanda. Predominan las arcillas de plasticidad baja y no plásticas, lo que sugiere que tienen un potencial bueno, ya que no son susceptibles a la expansión y contracción. Según la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS),

dado que más del 50% de los suelos analizados pasan a través de la malla número 4, estos suelos se ubican en la categoría de grano fino, específicamente en los grupos de arenas limosas (SM) y de baja plasticidad (SP).

- Para objetivo Especifico N02, Las principales conclusiones se centran en determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo como terreno de fundación, que comprenden la humedad natural, el tamaño de partículas, plasticidad y resistencia. A continuación, se presenta un resumen conciso de los resultados obtenidos en relación con estas propiedades.
- El análisis revela que la totalidad del suelo de fundación, el 100%, presenta una humedad natural inferior al 15%, lo cual clasifica como ligeramente húmedo. Esto indica que 100% de las vías evaluadas del suelo de fundación se encuentra en condiciones ligeramente húmedo.
- En cuanto a la composición del suelo, se observa que el 45.5% está compuesto por finos, mientras que el 36.4% está conformado por arenas, y que el 18.2% está conformado por gravas. En resumen, casi el 50% de las vías evaluadas tienen suelos finos.
- En términos de plasticidad, se encontró que el 54.5% de las vías urbanas este compuesto por suelos poco arcillosos de plasticidad baja, mientras que el restante 45.5% está constituido por suelos exentos de arcilla (No plástico). Sin embargo, se destaca que al no encontrarse plasticidad media y plasticidad alta los suelos no sufrirán de cambios volumétricos

(expansión) esto es beneficioso para la estructura del pavimento y proyectos de infraestructura vial de la ciudad de Ilo

- Respecto al índice CBR, se determinó que el 82% de las vías evaluadas presentan un valor superior a 10% lo cual clasifica como sub-rasante buena, mientras que el 18% se caracterizaron como sub-rasante muy buena para soportar cargas, no se encontró. casos dentro de la categoría de "sub-rasante inadecuada", "insuficiente", "Regular", y "excelente". lo que indica que los suelos en su mayoría son aptos para la construcción de pavimentos urbanos, sin la necesidad de realizar ningún mejoramiento en el suelo de fundación.
- Para objetivo Especifico N03, para el diseño estructural del pavimento flexible se utilizó la metodología AASHTO-93 y las normas técnicas del MTC, se obtienen los siguientes resultados (espesores): Carpeta Asfáltica de 5 cm, Base de 20 cm y Sub base de 25 cm, cumpliendo con el SNR requerido.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda establecer una caracterización geotécnica detallada del suelo de fundación antes de deducir un mejoramiento en las vías de la ciudad de Ilo
- Se recomienda para los proyectos de infraestructura vial tener en consideración las propiedades físico y mecánica del suelo de fundación

- Se recomienda para intervenir en la cimentación de los proyectos de pavimentos urbanos, tener en cuenta la clasificación y las propiedades del terreno de fundación a la cota de cimentación
- Se recomienda realizar las aperturas de las calicatas de acuerdo al diseño geométrico (Cota de Subrasante) a una profundidad mínima de 1.50 metros.
- Se recomienda que los materiales de sub base y base deben cumplir las especificaciones técnicas dadas en el Manual de ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG – 2013.



## Referencias

- AGUIRRE, V. R. (2020). *CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL TRAZO DEL CAMINO VECINAL SALAMANCA HUAYTAPAMPA EN LA PROVINCIA DE CONDESUYOS - AREQUIPA*. AREQUIPA, PERU: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN - AREQUIPA.
- ALFONSO RICO, H. D. (1976). *LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES, CARRETERAS, FERROCARRILES Y AEROPISTAS*. MEXICO: EDITORIAL LIMUSA S.A.
- ALONSO, L. V. (1963). *MECANICA DEL SUELO PARA INGENIEROS DE CARRETERAS Y AEROPUERTOS*. MADRID, ESPAÑA: BRITISH CROWN COPYRIGHT.
- ALVAREZ, C. A. (2011). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CUANTITATIVA Y CUALITATIVA GUIA DIDACTICA*. COLOMBIA: UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA.
- ATENCIO, L. L. (2019). *EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA TRAMO 6+000 AL 14+000, DISTRITO DE ILAVE - EL COLLAO - PUNO*. PUNO, PERU: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.
- BADILLO, E. J. (1973). *FUNDAMENTOS DE LA MECANICA DE SUELOS*. MEXICO: EDITORIAL LIMUSA S.A.
- BADILLO, E. J. (2018). *MECANICA DE SUELOS*. MEXICO: EDITORIAL LIMUSA S.A.
- CARLOS DANIEL MUÑOS SANCHEZ, A. P. (2018). *Caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica para la sectorización por tramos homogéneos. Caso de estudio: 19,7 km de la carretera que comunica al municipio de Anorí con la vereda Alto De La primavera, Antioquia*. MEDELLIN, COLOMBIA: UNIVERSIDAD EAFIT.

COLLADO, C. F. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. MEXICO: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.

COMUNICACIONES, M. D. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS - ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCION EG-2013*. LIMA, PERU.

COMUNICACIONES, M. D. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS - SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS - SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS*. LIMA, PERU.

COMUNICACIONES, M. D. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. LIMA, PERU.

CRESPO, C. (2004). *MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES*. MEXICO: EDITORIAL LIMUSA S.A.

EDIFICACIONES, R. N. (2016). *NORMA TECNICA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS*. LIMA, PERU: ICG - INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA.

JORGE ARTURO AGUILAR ASCA, R. H. (2020). *CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL MACIZO ROCOSO PARA USO COMO LASTRE, ALTO PERÚ, CAJAMARCA - 2020*. CAJAMARCA, PERU: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.

LAMBE, T. W. (2004). *MECANICA DE SUELOS*. MEXICO: EDITORIAL LIMUSA S.A.

LUIS MIGUEL ACUÑA CHAVARRIA, C. E. (2017). *“Caracterización geológica-geotécnica del tramo I de la carretera Comején-Waslala” (Matagalpa-RACN)*. MANAGUA, NICARAGUA: UNIVERDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAM - MANAGUA.

RAUL, V. R. (1999). *CARRETERAS Y AUTOPISTAS PRINCIPIOS GENERALES DE LA MECANICA DE SUELOS APLICADAOS A LA PAVIMENTACION*. BUENOS AIRES - ARGENTINA: EDITORIAL ATENEA.

- S., B. D. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS-SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS (PRIMERA ED.)*. (M.D. TRANSPORTES, ED). LIMA, PERU.
- TAMAYO, M. T. (2003). *EL PROCESO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA*. MEXICO: EDITORIAL LIMUSA S.A.
- VERDUGO, D. I. (2021). *CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE LA ZONA DE IMPLANTACION DEL EMBALSE LIVICAR, VALLE DE AZAPA, REGION DE ARICA Y PARINACOTA, CHILE*. CONCEPCION: UNIVERSIDAAD DE CONCEPCION.
- ZAMATA, E. Y. (2022). *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS QUE INFLUYEN EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA PAVIMENTO BÁSICO. APLICADOS EN TRAMO III (CHALLHUAHUACHO) – TRAMO V (ESPINAR)*. PUNO, PERU: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.

## **ANEXOS**

*ANEXOS*  
*ENSAYOS DE*  
*LABORATORIO*

# VISTA AL MAR

C-1

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-1  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : -----  
 PROF (m) : -----

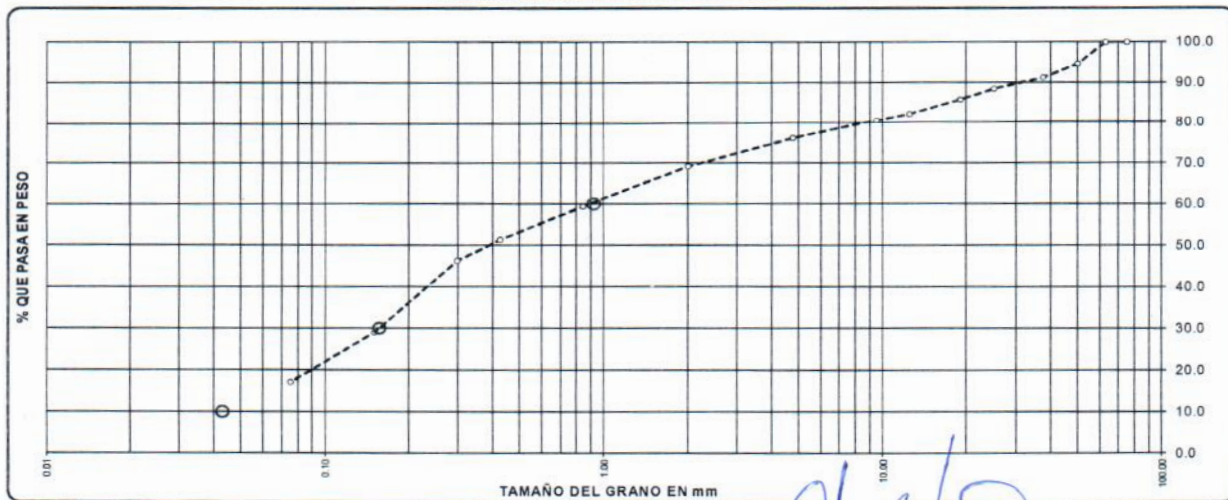
TEC. RESP. : ----  
 ING. RESP. : ----  
 FECHA : 22/01/2024

LADO EJE

CLASIFICACION ASTM	TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	Peso inicial	: 7874.1 Grs	
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	Peso fracción	: 562.3 Grs	
		2"	50.000	427.0	5.4	5.4	94.6	Grava	: 23.91 %
		1 1/2"	37.500	263.0	3.3	8.8	91.2	Arena	: 58.86 %
		1"	25.000	219.0	2.8	11.5	88.5	Fino	: 17.2 %
	FINO	3/4"	19.000	207.0	2.6	14.2	85.8	W natural	: 6.28 %
		1/2"	12.500	273.0	3.5	17.6	82.4	LIMITES DE CONSISTENCIA	
		3/8"	9.500	135.0	1.7	19.4	80.6	L.L.	: 27.70 %
		No.04	4.750	359.0	4.6	23.9	76.1	L.P.	: 21.15 %
		No.10	2.000	51.0	6.9	30.8	69.2	I.P.	: 6.55 %
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.20	0.840	73.0	9.9	40.7	Cc	: 0.63	
		No.40	0.425	60.0	8.1	48.8	51.2	Cu	: 21.45
	MEDIA	No.50	0.297	37.0	5.0	53.8	46.2	D60	: 0.92
		No.100	0.150	127.0	17.2	71.0	29.0	D30	: 0.16
		No.200	0.075	87.0	11.8	82.8	17.2	D10	: 0.04
		<No.200			17.2	100.0			

CLASIFICACION IG 0 SUCS : SM-SC AASHTO : A - 2 - 4

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Ramos Flores  
 REG. M. M. C. N.º 199702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

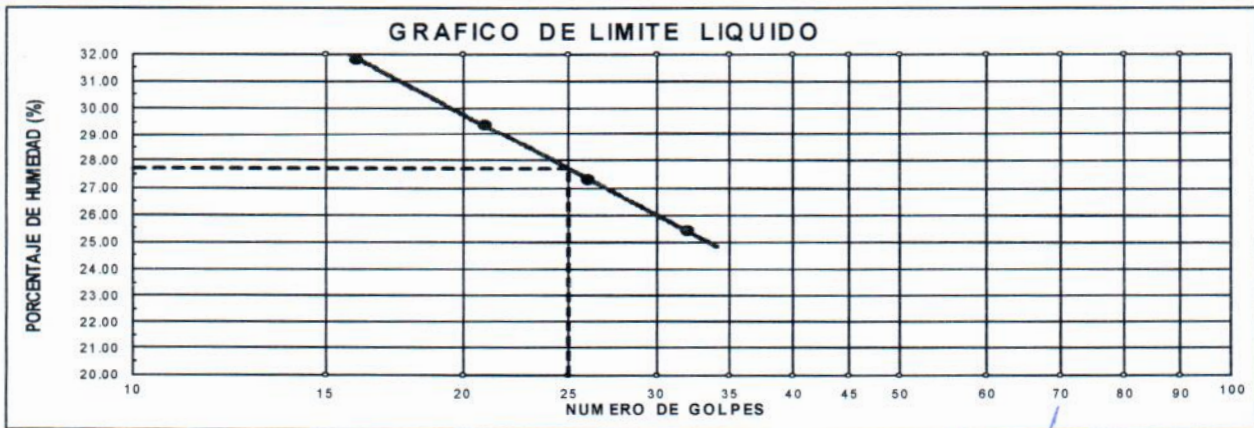
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
 UBICACION : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-1  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : -----  
 PROF (m) : -----

TEC. RESP ----  
 ING. RESP ----  
 FECHA 23/01/2024

LADO : EJE

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			
01. N° de Golpes	16	21	26	32
02. Tara N°	F-9	C-8	W-6	G-2
03. Suelo Humedo + Tara gr	25.60	24.80	23.10	22.30
04. Suelo Seco + Tara gr	20.83	20.58	19.42	19.00
05. Peso del Agua gr	4.77	4.22	3.68	3.30
06. Peso del Tarro gr	5.85	6.21	5.94	6.02
07. Peso del Suelo Seco gr	14.98	14.37	13.48	12.98
08. % de Humedad %	31.80	29.40	27.30	25.40

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO		
01. Tara N°	X-2	F-4	
02. Suelo Humedo + Tara gr	17.20	16.50	
03. Suelo Seco + Tara gr	15.29	14.62	
04. Peso del Agua gr	1.91	1.88	
05. Peso del Tarro gr	6.25	5.78	
06. Peso del Suelo Seco gr	9.04	8.84	
07. % de Humedad %	21.10	21.20	
LIMITE PLASTICO	21.15		



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
27.70	21.15	6.55


**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 Inge. Civil  
 CIP 199702





Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (Método ASTM D-2216)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-1  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : -----  
PROF (m) : -----

TEC. RESP ----  
ING. RESP. ----  
FECHA : 22/01/2024

LADO : EJE

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL		
	X-9	Q-3	
N° de tara	X-9	Q-3	
Peso tara + suelo húmedo	620.0	632.0	
Peso tara + suelo seco	583.0	595.0	
Peso tara	0.0	0.0	
Peso del agua	37.0	37.0	
Peso suelo seco	583.0	595.0	
Humedad (%)	6.3	6.2	
Promedio	6.28		

  
**GEOPOL E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 199702



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA  
MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-1  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : -----  
PROF (m) : -----  
LADO : EJE

TEC. RESP. ----  
ING. RESP. ----  
FECHA 22/01/2024

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	1,235.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.	761.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos		474.0		
Peso material seco	gr.	1,210.0		
Volúmen de masa		449.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.55		2.55
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.61		2.61
Peso Especifico aparente (base seca)		2.69		2.69
% Absorción		2.07		2.07

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso frasco + H2O	gr.			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.			
Peso material + H2O en el frasco	gr.			
Volúmen de masa + volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				

**GEOPOL ERL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
César Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 199702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

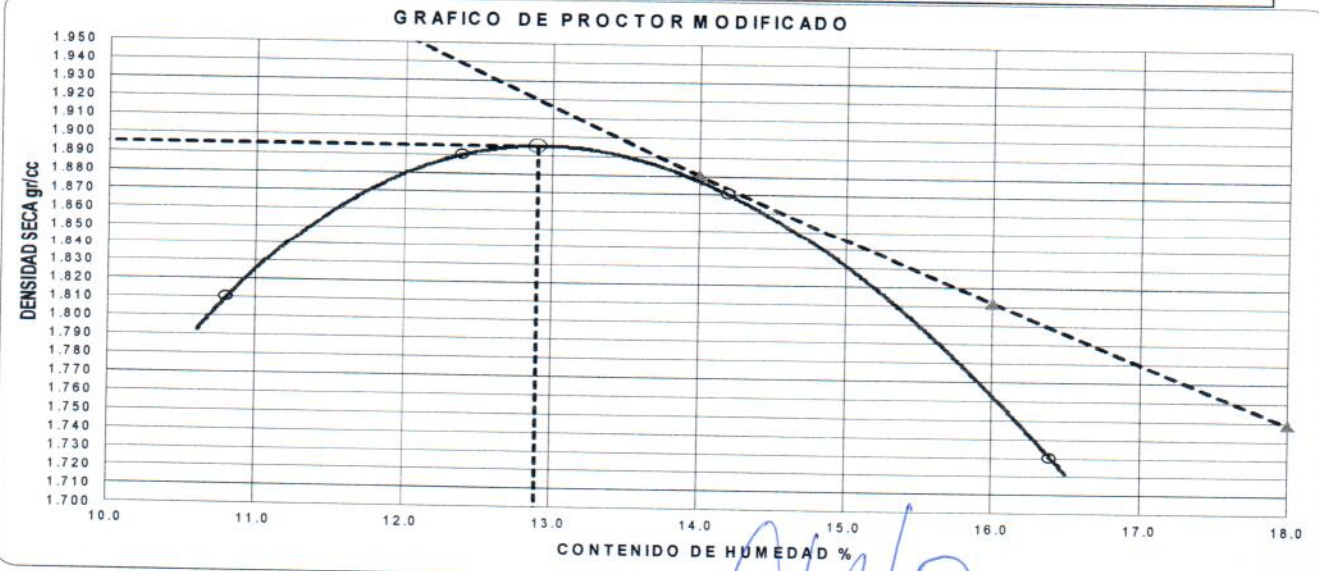
PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-1  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : .....  
 PROF (m) : .....

LADO : .....

ING. RESP. : .....  
 TEC° RESP. : .....  
 FECHA : 29/01/2024

ENSAYON°	1	2	3	4
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>				
Peso Molde+Suelo	9,510	9,767	9,800	9,540
Peso Molde	5,283	5,283	5,283	5,283
Peso Suelo Compactado	4,227	4,484	4,517	4,257
Volumen del Molde	2,114.32	2,114.32	2,114.32	2,114.32
Densidad Humeda	2.000	2.120	2.140	2.010
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	515.00	554.00	530.00	562.00
Suelo Seco + Recipiente	465.00	493.00	464.00	483.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	50.00	61.00	66.00	79.00
Peso de Suelo Seco	465.00	493.00	464.00	483.00
Contenido de Humedad	10.80	12.40	14.20	16.40
Densidad Seca	1.81	1.89	1.87	1.73
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.895 gr/cm <sup>3</sup>		12.90 %		



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE° CIVIL  
 C.P. 199702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-1  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : -----  
 PROF (m) : -----

TEC. RESP. : -----  
 ING. RESP. : -----  
 FECHA : 29/01/24

LADO -----

Molde N°		29		1		18			
Capa N°		5		5		5			
Golpes por capa N°		56		25		12			
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR		SUMERG.		SIN SUMERGIR		SUMERG.	
Peso molde + suelo húmedo	gr.		12590		12340		11505		
Peso del molde	gr.		7733		7733		7323		
Peso del suelo humec	gr.		4857		4607		4182		
Volúmen del molde	cc.		2272		2272		2189		
Densidad Humeda	gr./cc		2.14		2.03		1.91		
Humedad	%		12.90		12.90		12.90		
Densidad seca	gr./cc		1.900		1.800		1.690		
Tarro N°			S-8		X-3		Q-4		
Tarro suelo humedo	gr.		510.0		514.0		535.0		
Tarro suelo seco	gr.		451.7		455.3		473.9		
Agua	gr.		58.3		58.7		61.1		
Peso del Tarro	gr.		0.0		0.0		0.0		
Peso del suelo seco	gr.		451.7		455.3		473.9		
Humedad	%		12.9		12.9		12.9		
Promedio de la hume	%		12.9		12.9		12.9		

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
					m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
					<b>NO PRESENTA EXPANSION</b>							

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		210	210	70.0		160	160	53.0		120	120	40.0	
1'	0.127	0.050		420	420	140.0		340	340	113.0		270	270	90.0	
1' 30"	0.191	0.075		590	590	197.0		480	480	160.0		390	390	130.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	780	780	260.0	26.0	645	645	215.0	22.0	560	560	187.0	19.0
3'	0.381	0.150		1160	1160	387.0		1005	1005	335.0		840	840	280.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1560	1560	520.0	35.0	1370	1370	457.0	30.0	1120	1120	373.0	25.0
5'	0.635	0.250		1980	1980	660.0		1690	1690	563.0		1420	1420	473.0	
6'	0.762	0.300		2340	2340	780.0		2030	2030	677.0		1730	1730	577.0	

**GEOPOL E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

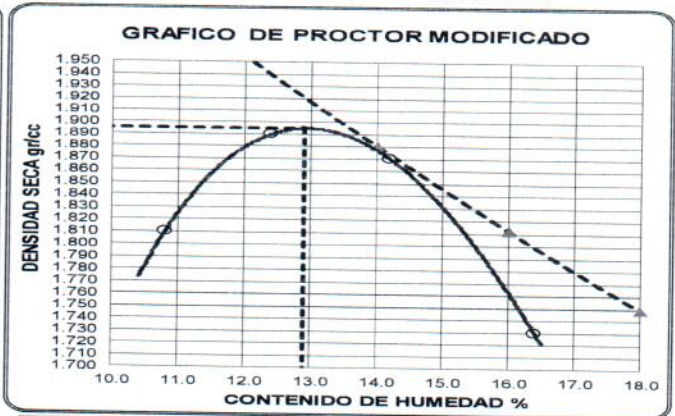
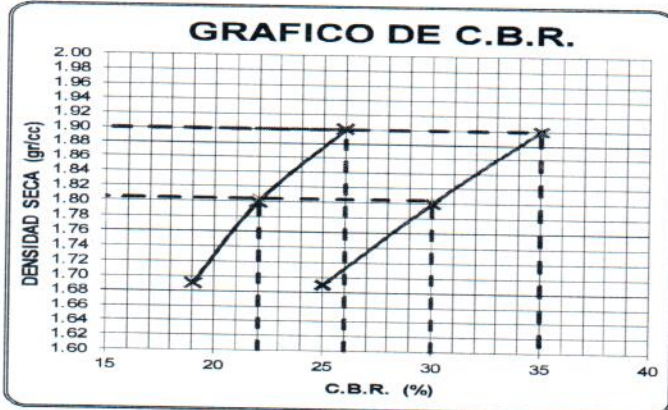
## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-1  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : \_\_\_\_\_  
**PROF (m)** : \_\_\_\_\_

**LADO** : \_\_\_\_\_

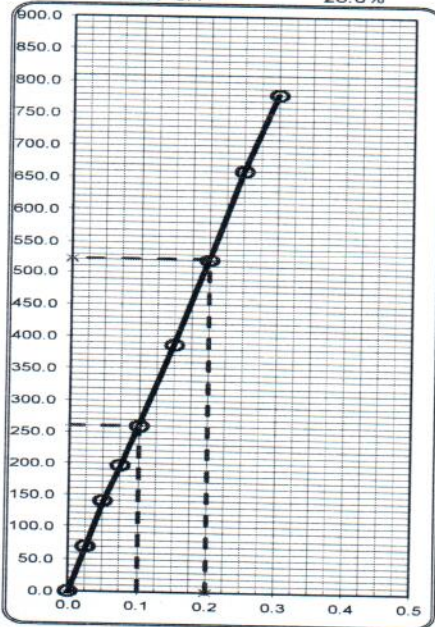
**TEC. RESP.** \_\_\_\_\_  
**ING. RESP.** \_\_\_\_\_  
**FECHA** 29/01/2024



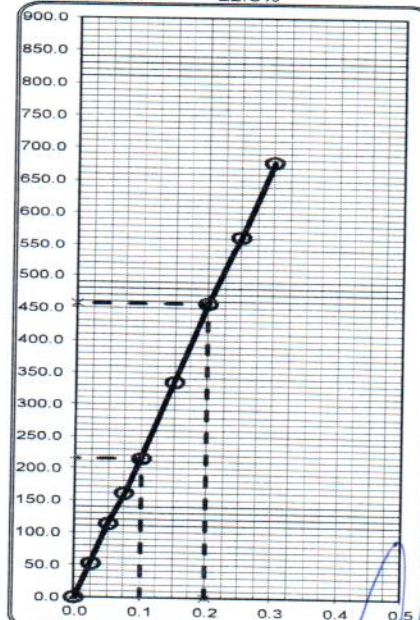
C.B.R. 0.1" AL 100%	26.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	22.00%

MAX. DENSIDAD SECA	1.896	gr/cm3
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	12.90	%

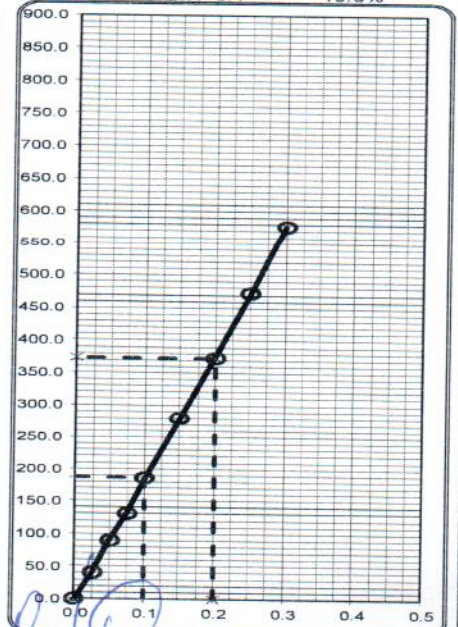
C.B.R. 0.1"= 26.0%



C.B.R. 0.1"= 22.0%



C.B.R. 0.1"= 19.0%



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

# VISTA AL MAR

C-2

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CANtera : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : -----

PROF (m) : -----

LADO EJE

TEC. RESP. : -----

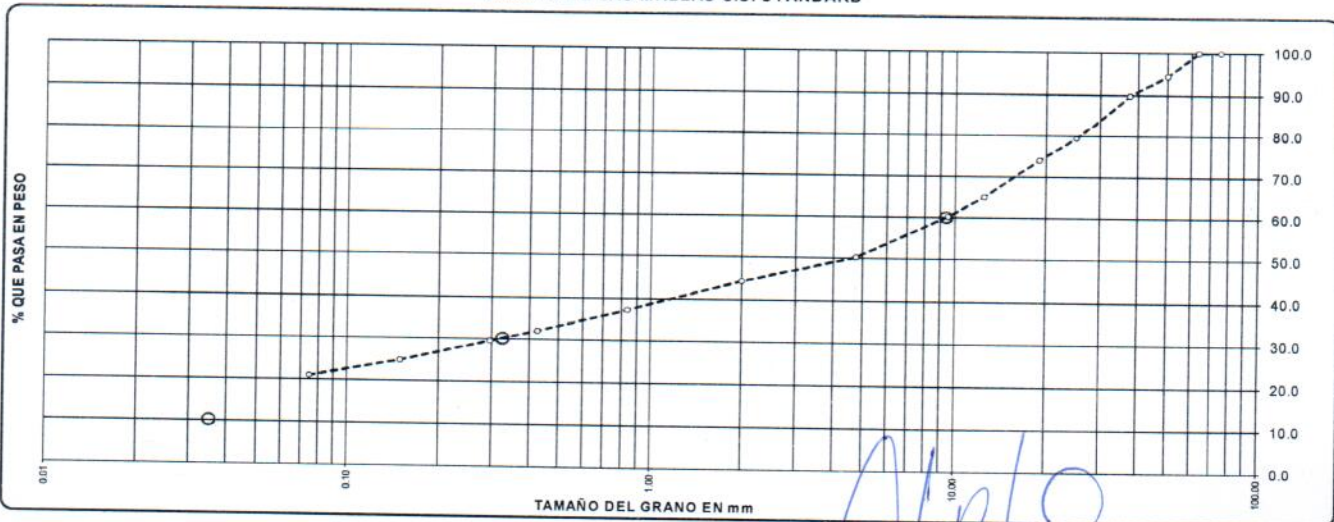
ING. RESP. : -----

FECHA : 24/01/2024

CLASIFICACION ASTM	TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
GRAVA DE 4.75 mm @ 76.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0		Peso inicial : 8049.3 Grs	
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0		Peso fracción : 660.6 Grs	
		2"	50.000	442.0	5.5	5.5	94.5		Grava : 49.69 %
		1 1/2"	37.500	383.0	4.8	10.2	89.8		Arena : 29.24 %
		1"	25.000	825.0	10.2	20.5	79.5		Fino : 21.1 %
	FINO	3/4"	19.000	435.0	5.4	25.9	74.1		W natural : 4.10 %
		1/2"	12.500	715.0	8.9	34.8	65.2		
		3/8"	9.500	403.0	5.0	39.8	60.2		LIMITES DE CONSISTENCIA
		No.04	4.750	797.0	9.9	49.7	50.3		L.L. : 27.10 %
									L.P. : 22.45 %
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	77.0	5.9	55.6	44.4		I.P. : 4.65 %
		No.20	0.840	95.0	7.2	62.8	37.2		Cc : 0.32
	MEDIA	No.40	0.425	69.0	5.3	68.0	32.0		Cu : 268.28
		No.50	0.297	33.0	2.5	70.6	29.4		D60 : 9.43
		No.100	0.150	61.0	4.6	75.2	24.8		D30 : 0.33
		No.200	0.075	49.0	3.7	78.9	21.1		D10 : 0.04
		<No.200				21.1	100.0		

CLASIFICACION	IG	0	SUCS :	GM	AASHTO :	A - 1 - b
---------------	----	---	--------	----	----------	-----------

REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*Cesar Augusto Baniós Flores*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 199702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

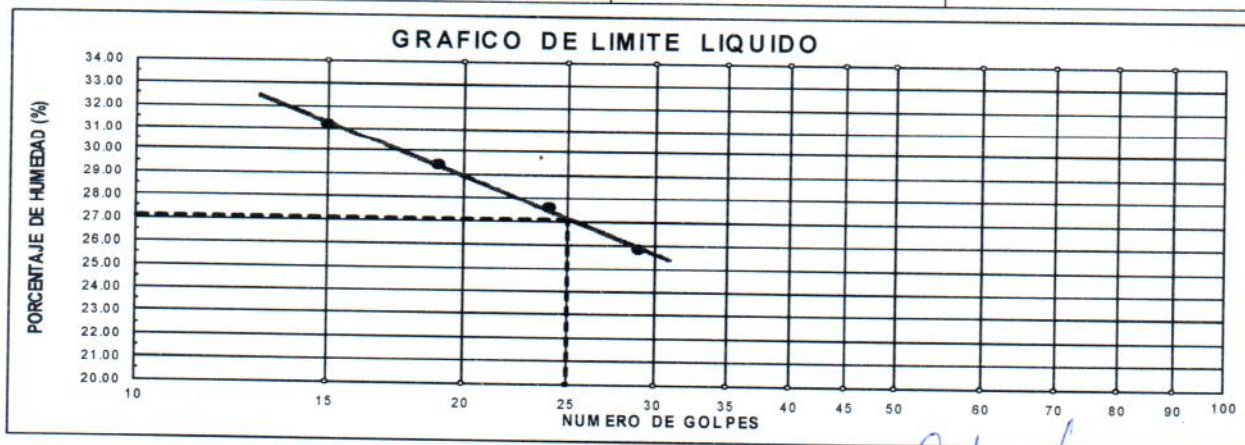
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACION : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-2  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : -----  
 PROF (m) : -----

TEC. RESP -----  
 ING. RESP -----  
 FECHA 25/01/2024

LADO : EJE

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			
01. N° de Golpes	15	19	24	29
02. Tara N°	V-8	B-5	G-3	R-2
03. Suelo Humedo + Tara	gr 19.50	17.60	15.40	14.70
04. Suelo Seco + Tara	gr 16.19	14.73	13.20	12.79
05. Peso del Agua	gr 3.31	2.87	2.20	1.91
06. Peso del Tarro	gr 5.60	4.98	5.22	5.37
07. Peso del Suelo Seco	gr 10.59	9.75	7.98	7.42
08. % de Humedad	% 31.20	29.40	27.60	25.80

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO			
01. Tara N°	X-3	Z-9		
02. Suelo Humedo + Tara	gr 13.20	11.60		
03. Suelo Seco + Tara	gr 11.72	10.38		
04. Peso del Agua	gr 1.48	1.22		
05. Peso del Tarro	gr 5.19	4.93		
06. Peso del Suelo Seco	gr 6.53	5.45		
07. % de Humedad	% 22.60	22.30		
LIMITE PLASTICO	22.45			



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
27.10	22.45	4.65

GEOPOL EIRL.  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702





Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (Método ASTM D-2216)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-2  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : -----  
PROF (m) : -----

TEC. RESP : -----  
ING. RESP. : -----  
FECHA : 24/01/2024

LADO : EJE

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL		
	C-9	V-7	
N° de tara	C-9	V-7	
Peso tara + suelo húmedo	756.0	768.0	
Peso tara + suelo seco	726.0	738.0	
Peso tara	0.0	0.0	
Peso del agua	30.0	30.0	
Peso suelo seco	726.0	738.0	
Humedad (%)	4.1	4.1	
Promedio		4.10	

  
GEOPOL S.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 139792



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO -2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-2  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : -----  
PROF (m). : -----  
LADO : : EJE

TEC. RESP. : -----  
ING. RESP. : -----  
FECHA : 24/01/2024

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	936.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.	574.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos		362.0		
Peso material seco	gr.	917.0		
Volúmen de masa		343.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.53		2.53
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.59		2.59
Peso Especifico aparente (base seca)		2.67		2.67
% Absorción		2.07		2.07

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso frasco + H2O	gr.			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.			
Peso material + H2O en el frasco	gr.			
Volúmen de masa + volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				

  
**GEOPOL SRL.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO REG. CIVIL  
CIP 139702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

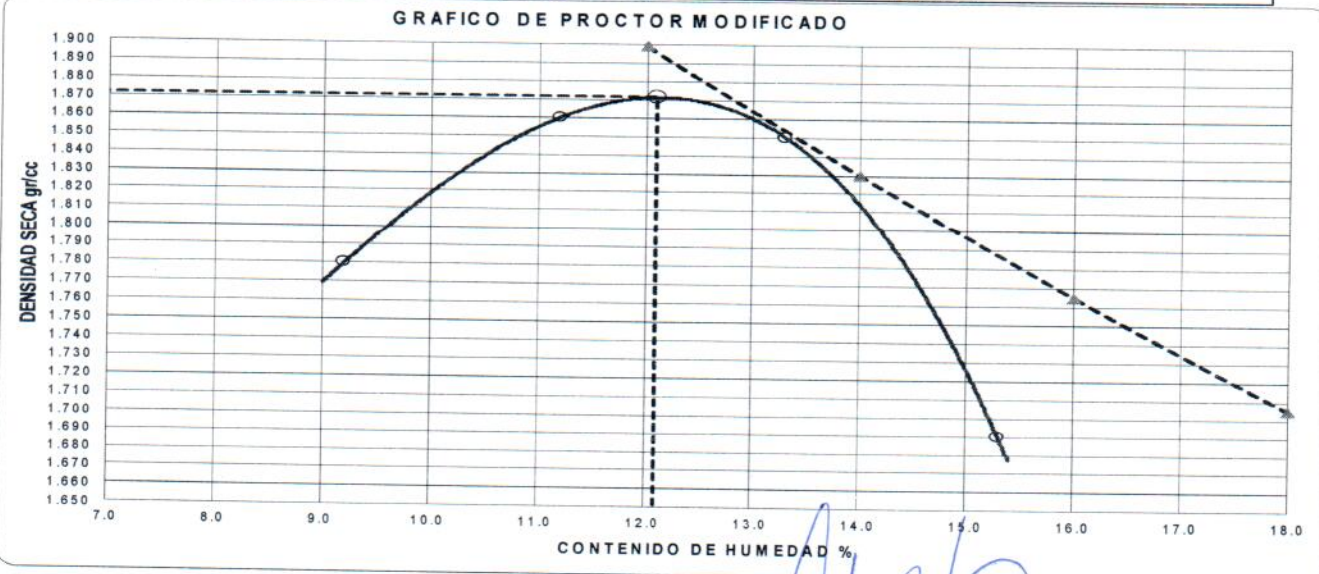
PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-2  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : .....  
 PROF (m) : .....

LADO : .....

ING. RESP. ....  
 TEC° RESP. ....  
 FECHA 30/01/2024

ENSAYO N°	1	2	3	4
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>				
Peso Molde+Suelo	9,380	9,650	9,730	9,410
Peso Molde	5,283	5,283	5,283	5,283
Peso Suelo Compactado	4,097	4,367	4,447	4,127
Volumen del Molde	2,114.32	2,114.32	2,114.32	2,114.32
Densidad Humeda	1.940	2.070	2.100	1.950
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	510.00	535.00	527.00	528.00
Suelo Seco + Recipiente	467.00	481.00	465.00	458.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	43.00	54.00	62.00	70.00
Peso de Suelo Seco	467.00	481.00	465.00	458.00
Contenido de Humedad	9.20	11.20	13.30	15.30
Densidad Seca	1.78	1.86	1.85	1.69
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.872 gr/cm <sup>3</sup>		12.10 %		



  
**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 199702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-2  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : -----  
 PROF (m) : -----

TEC. RESP. -----  
 ING. RESP. -----  
 FECHA 30/01/24

LADO -----

Molde N°		29		1		18			
Capa N°		5		5		5			
Golpes por capa N°		56		25		12			
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR		SUMERG.		SIN SUMERGIR		SUMERG.	
Peso molde + suelo húmedo	gr.		12530		12240		11450		
Peso del molde	gr.		7733		7733		7323		
Peso del suelo humec	gr.		4797		4507		4127		
Volúmen del molde	cc.		2272		2272		2189		
Densidad Humeda	gr./cc		2.11		1.98		1.89		
Humedad	%		12.10		12.10		12.10		
Densidad seca	gr./cc		1.880		1.770		1.690		
Tarro N°			X-9		Q-5		N-4		
Tarro suelo humedo	gr.		528.0		546.0		539.0		
Tarro suelo seco	gr.		471.0		487.1		480.8		
Agua	gr.		57.0		58.9		58.2		
Peso del Tarro	gr.		0.0		0.0		0.0		
Peso del suelo seco	gr.		471.0		487.1		480.8		
Humedad	%		12.1		12.1		12.1		
Promedio de la humec	%		12.1		12.1		12.1		

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
					m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
<b>NO PRESENTA EXPASION</b>												

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	b/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	b/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	b/pulg3	%
30"	0.064	0.025		160	160	53.0		118	118	39.0		95	95	32.0	
1'	0.127	0.050		320	320	107.0		260	260	87.0		198	198	66.0	
1' 30"	0.191	0.075		510	510	170.0		420	420	140.0		320	320	107.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	680	680	227.0	23.0	575	575	192.0	19.0	440	440	147.0	15.0
3'	0.381	0.150		995	995	332.0		885	885	295.0		710	710	237.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1340	1340	447.0	30.0	1180	1180	393.0	26.0	985	985	328.0	22.0
5'	0.635	0.250		1620	1620	540.0		1460	1460	487.0		1260	1260	420.0	
6'	0.762	0.300		1980	1980	660.0		1730	1730	577.0		1630	1530	510.0	

  
**GEOPOL EIRL**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
**Cesar Augusto Barrios Flores**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

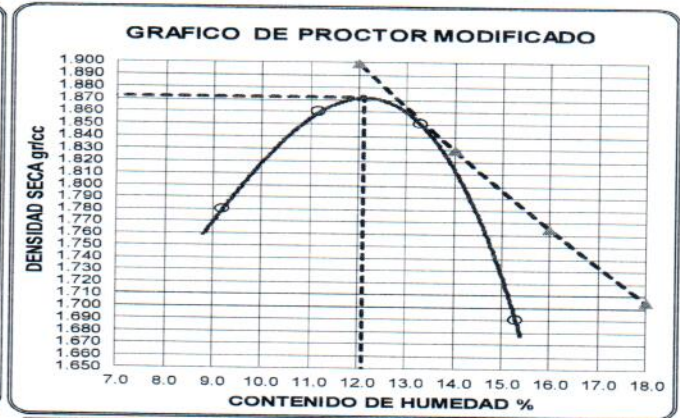
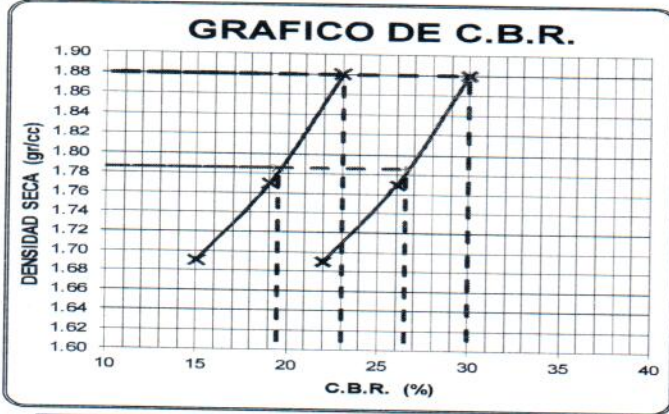
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-2  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : \_\_\_\_\_  
**PROF (m)** : \_\_\_\_\_

**LADO** : \_\_\_\_\_

**TEC. RESP.** \_\_\_\_\_

**ING. RESP.** \_\_\_\_\_

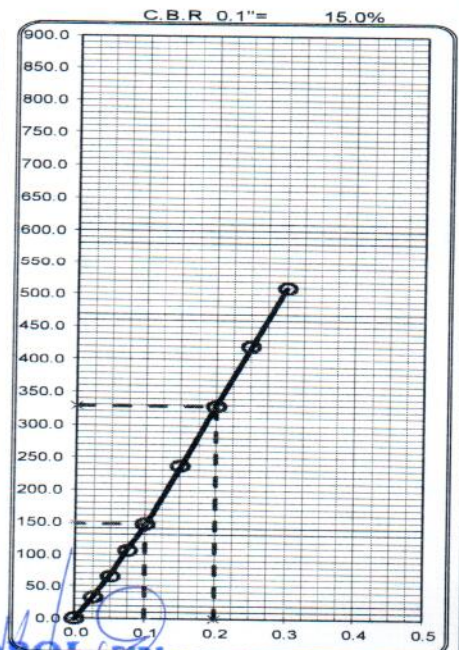
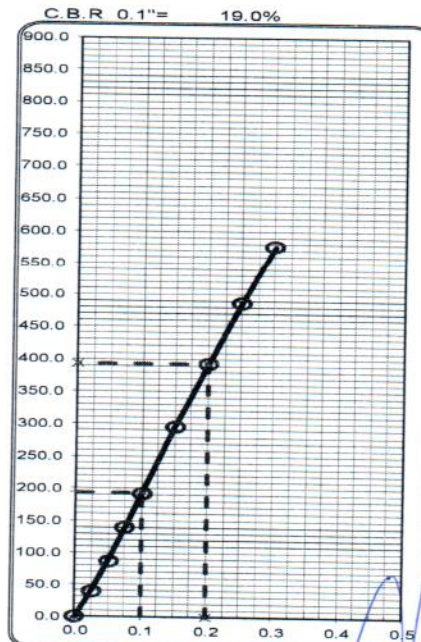
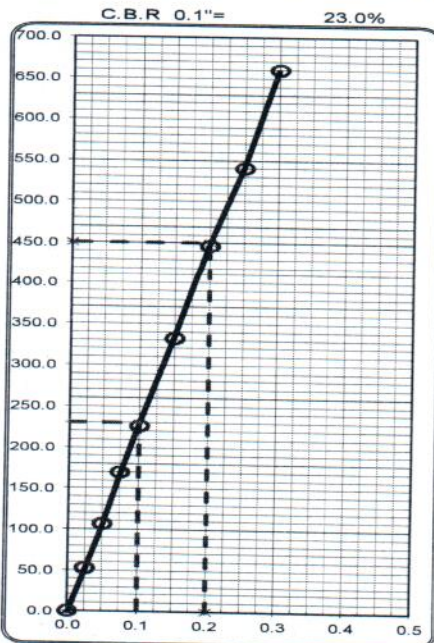
**FECHA** 30/01/2024



C.B.R. 0.1" AL 100%	23.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	19.50%

LEYENDA ——— CURVA A 0.1"

MAX. DENSIDAD SECA	1.872	gr/cm3
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	12.10	%



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 199702

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CANtera : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-3

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : 0+315

PROF (m) : 1.50 mts. LADO L.DER.

TEC. RESP. : -----

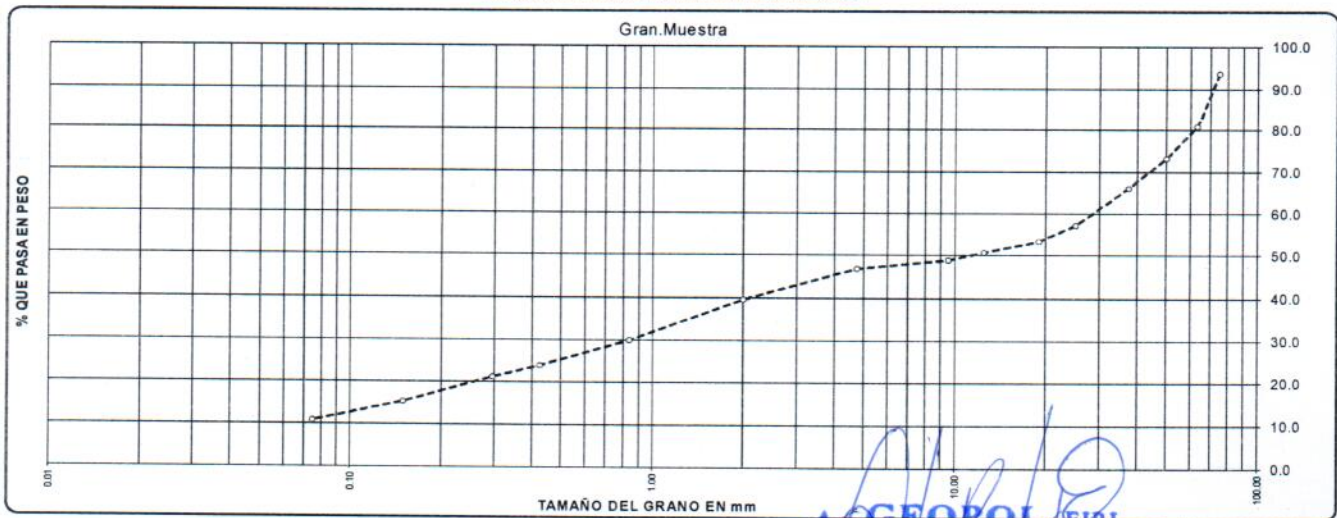
ING. RESP. : -----

FECHA : 23/01/2024

CLASIFICACION ASTM	TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	824.0	6.4	6.4	93.6	Peso inicial : 12896.0 Grs
		2 1/2"	63.000	1,636.0	12.7	19.1	80.9	Peso fracción : 599.0 Grs
		2"	50.000	983.0	7.6	26.7	73.3	Grava : 53.09 %
		1 1/2"	37.500	930.0	7.2	33.9	66.1	Arena : 36.10 %
		1"	25.000	1,152.0	8.9	42.8	57.2	Fino : 10.8 %
	FINO	3/4"	19.000	486.0	3.8	46.6	53.4	W natural : 3.70 %
		1/2"	12.500	357.0	2.8	49.4	50.6	
		3/8"	9.500	218.0	1.7	51.1	48.9	LIMITES DE CONSISTENCIA
		No.04	4.750	261.0	2.0	53.1	46.9	L.L. : 27.80 %
								L.P. : 24.60 %
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	95.0	7.4	60.5	39.5	I.P. : 3.20 %
		No.20	0.840	121.0	9.5	70.0	30.0	Cc : 0.35
	MEDIA	No.40	0.425	79.0	6.2	76.2	23.8	Cu : 429.94
		No.50	0.297	33.0	2.6	78.8	21.2	D60 : 29.44
		No.100	0.150	76.0	6.0	84.7	15.3	D30 : 0.84
	No.200	0.075	57.0	4.5	89.2	10.8	D10 : 0.07	
	<No.200				10.8	100.0		

CLASIFICACION : IG 0 SUCS : GP AASHTO : A - 1 - b

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*Cesar Augusto Bamos Flores*  
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL  
CIP 199702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

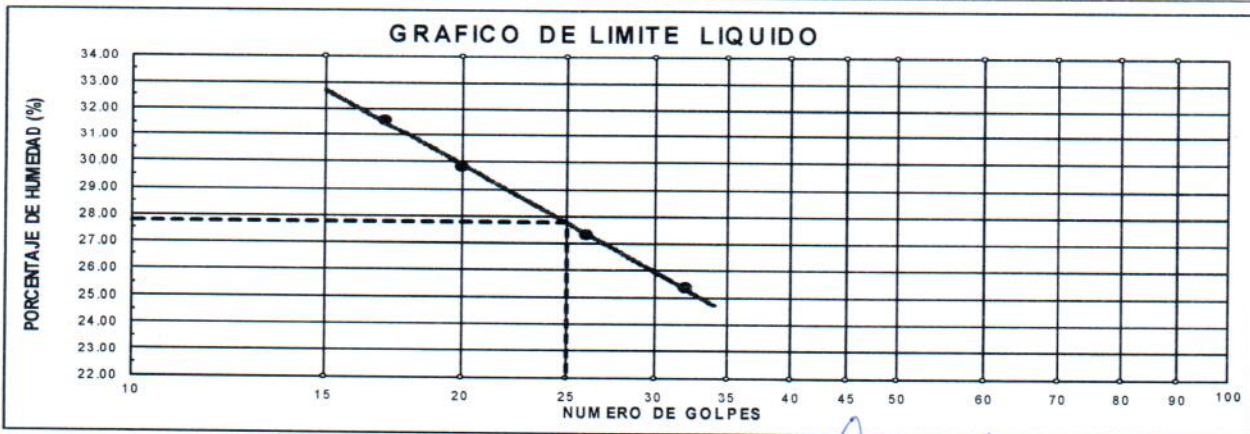
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
**UBICACION** : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-3  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+315  
**PROF (m).** : 1.50 mts.

**TEC. RESP** : ----  
**ING. RESP** : ----  
**FECHA** : 24/01/2024

**LADO** : L.DER.

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			
01. N° de Golpes	17	20	26	32
02. Tara N°	K-9	Q-7	A-9	X-3
03. Suelo Humedo + Tara	gr 18.65	17.45	16.59	15.20
04. Suelo Seco + Tara	gr 15.58	14.67	14.08	13.17
05. Peso del Agua	gr 3.07	2.78	2.51	2.03
06. Peso del Tarro	gr 5.85	5.36	4.89	5.20
07. Peso del Suelo Seco	gr 9.73	9.31	9.19	7.97
08. % de Humedad	% 31.60	29.80	27.30	25.40

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO		
01. Tara N°	C-8	V-2	
02. Suelo Humedo + Tara	gr 13.45	12.65	
03. Suelo Seco + Tara	gr 11.85	11.12	
04. Peso del Agua	gr 1.60	1.53	
05. Peso del Tarro	gr 5.31	4.95	
06. Peso del Suelo Seco	gr 6.54	6.17	
07. % de Humedad	% 24.50	24.70	
LIMITE PLASTICO	24.60		



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
27.80	24.60	3.20

  
**GGEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 199702



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (Método ASTM D-2216)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-3  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+315  
PROF (m) : 1.50 mts.

TEC. RESP : ----  
ING. RESP. : ----  
LADO : L.DER.      FECHA : 23/01/2024

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL	
N° de tara	Z-9	B-3
Peso tara + suelo húmedo	583.0	595.0
Peso tara + suelo seco	562.0	574.0
Peso tara	0.0	0.0
Peso del agua	21.0	21.0
Peso suelo seco	562.0	574.0
Humedad (%)	3.7	3.7
Promedio	3.70	

  
**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 139702





Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-3  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+315  
PROF (m). : 1.50 mts.  
LADO : L.DER.

TEC. RESP. -----  
ING. RESP. -----  
FECHA 23/01/2024

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	962.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.	590.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos		372.0		
Peso material seco	gr.	943.0		
Volúmen de masa		353.0		
Peso Específico Bulk (base seca)		2.53		2.53
Peso Específico Bulk (base saturada)		2.59		2.59
Peso Específico aparente (base seca)		2.67		2.67
% Absorción		2.01		2.01

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso frasco + H2O	gr.			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.			
Peso material + H2O en el frasco	gr.			
Volúmen de masa + volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Específico Bulk (base seca)				
Peso Específico Bulk (base saturada)				
Peso Específico aparente (base seca)				
% Absorción				

  
**GEOPOL SRL.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Bamps Flores  
ING. CIVIL  
CIP 139702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

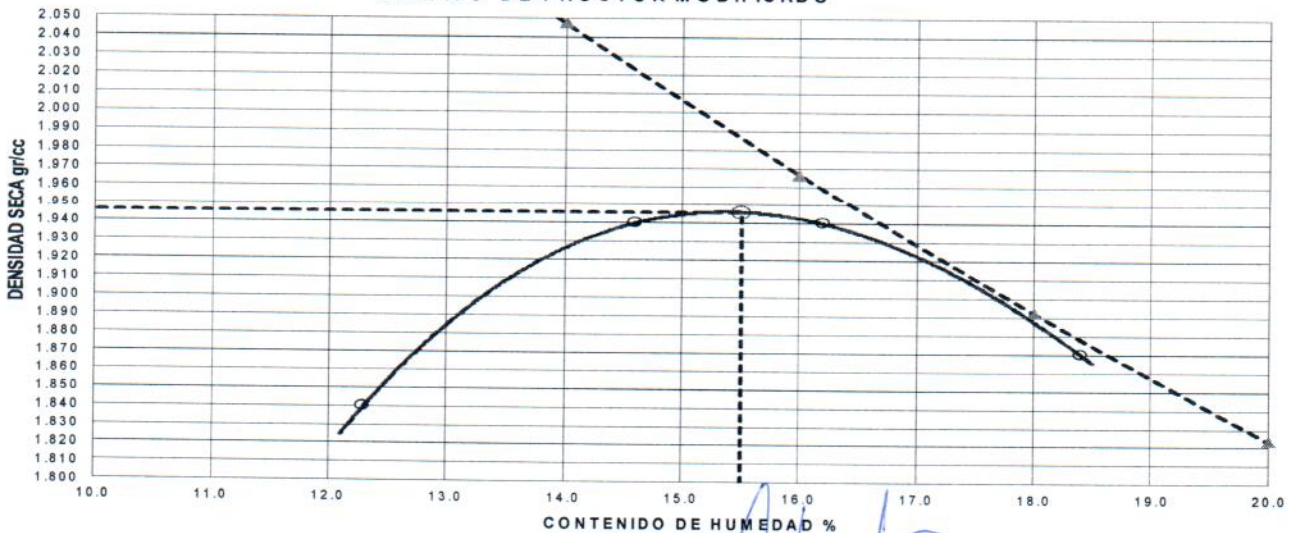
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-3  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+315  
 PROF (m). : 1.50 mts.

LADO : L.DER.

ING. RESP. -----  
 TEC° RESP. -----  
 FECHA 29/01/2024

ENSAYO N°	1	2	3	4
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>				
Peso Molde+Suelo	9,650	9,980	10,060	9,960
Peso Molde	5,283	5,283	5,283	5,283
Peso Suelo Compactado	4,367	4,697	4,777	4,677
Volumen del Molde	2,114.32	2,114.32	2,114.32	2,114.32
Densidad Humeda	2.070	2.220	2.260	2.210
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	585.00	587.00	531.00	559.00
Suelo Seco + Recipiente	521.00	512.00	457.00	472.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	64.00	75.00	74.00	87.00
Peso de Suelo Seco	521.00	512.00	457.00	472.00
Contenido de Humedad	12.30	14.60	16.20	18.40
Densidad Seca	1.84	1.94	1.94	1.87
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.946 gr/cm <sup>3</sup>		15.50 %		

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



**GEOPOL EIRL**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 199702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-3  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+315  
 PROF (m) : 1.50 mts.

TEC. RESP. : ----  
 ING. RESP. : ----  
 FECHA : 29/01/24

LADO L.DER.


Molde N°		29		1		18
Capa N°		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo	gr.		12830	12615		11840
Peso del molde	gr.		7733	7733		7323
Peso del suelo humec	gr.		5097	4882		4517
Volúmen del molde	cc.		2272	2272		2189
Densidad Humeda	gr./cc		2.24	2.15		2.06
Humedad	%		15.50	15.50		15.50
Densidad seca	gr./cc		1.940	1.860		1.780
Tarro N°			F-7	V-3		S-4
Tarro suelo humedo	gr.		532.0	540.0		529.0
Tarro suelo seco	gr.		460.6	467.5		458.0
Agua	gr.		71.4	72.5		71.0
Peso del Tarro	gr.		0.0	0.0		0.0
Peso del suelo seco	gr.		460.6	467.5		458.0
Humedad	%		15.5	15.5		15.5
Promedio de la humec	%		15.5	15.5		15.5

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION		
					m.m.		%		m.m.		%		m.m.		%
					<b>NO PRESENTA EXPANSION</b>										

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		210	210	70.0		140	140	47.0		95	95	32.0	
1'	0.127	0.050		430	430	143.0		310	310	103.0		230	230	77.0	
1' 30"	0.191	0.075		650	650	217.0		480	480	160.0		380	380	127.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	850	850	283.0	28.0	650	650	217.0	22.0	520	520	173.0	18.0
3'	0.381	0.150		1310	1310	437.0		1010	1010	337.0		910	910	303.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1780	1780	593.0	40.0	1420	1420	473.0	32.0	1260	1260	420.0	28.0
5'	0.635	0.250		2160	2160	720.0		1730	1730	577.0		1580	1580	527.0	
6'	0.762	0.300		2560	2560	853.0		2060	2060	687.0		1890	1890	630.0	

  
**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 EN CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
**Cesar Augusto Ramos Flores**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

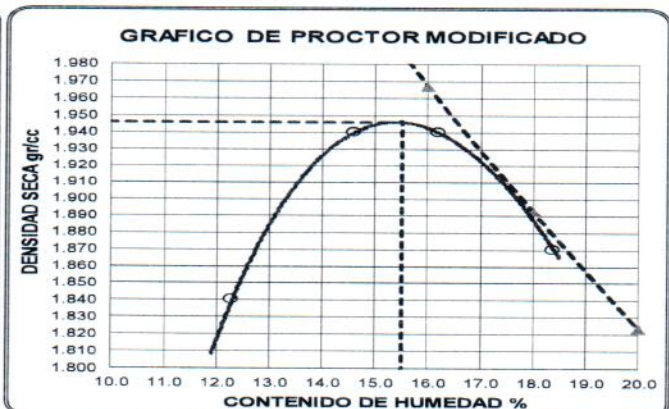
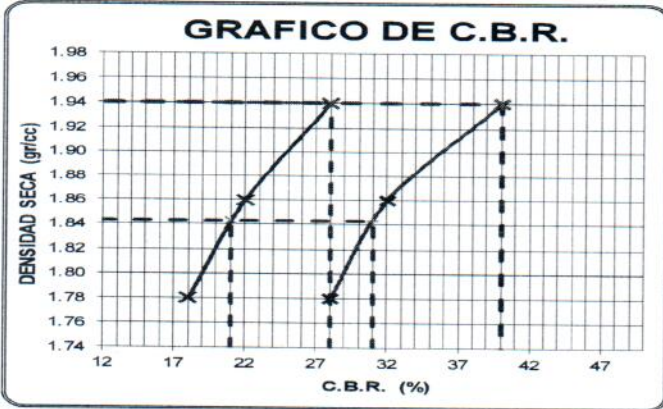
## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-3  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+315  
**PROF (m)** : 1.50 mts.

**LADO** : L.DER.

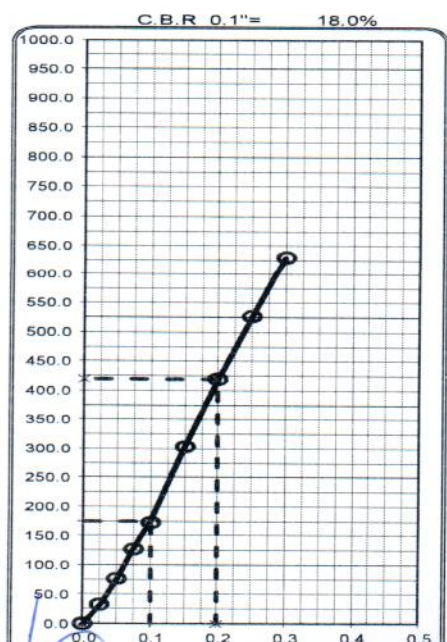
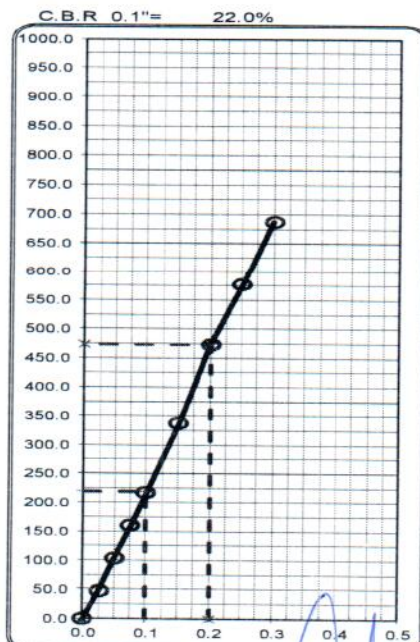
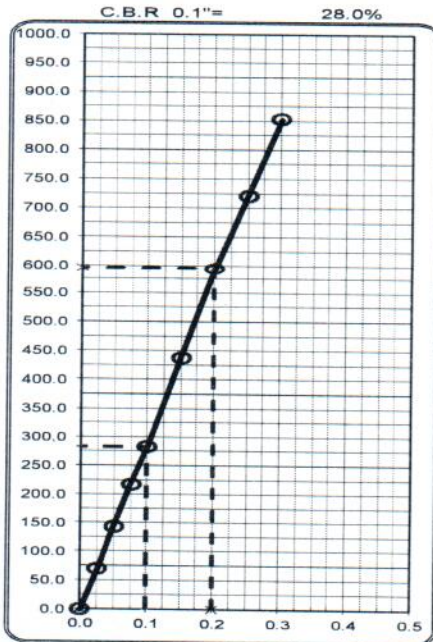
**TEC. RESP.** -----  
**ING. RESP.** -----  
**FECHA** 29/01/2024



C.B.R. 0.1" AL 100%	28.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	21.00%

MAX. DENSIDAD SECA	1.946	gr/cm3
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	16.60	%

LEYENDA ----- CURVA A 0.1"



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 129702

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CANtera : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-4

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : 0+065

PROF (m) : 1.50 mts. LADO EJE

TEC. RESP. : -----

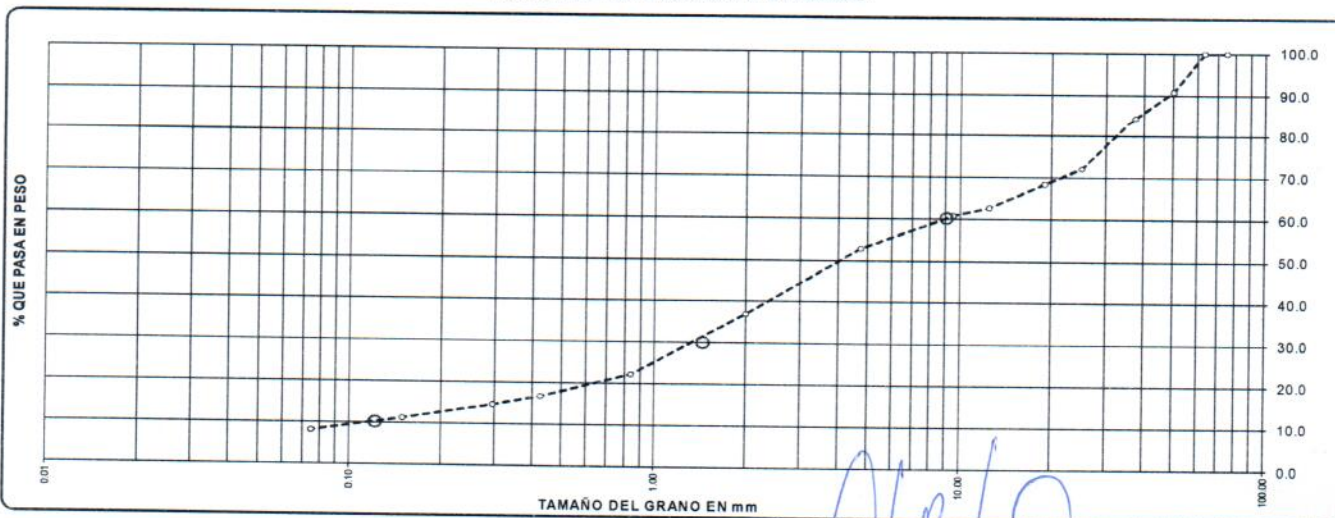
ING. RESP. : -----

FECHA : 24-01-20224

CLASIFICACION ASTM	TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0		Peso inicial : 7400.1 Grs	
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0		Peso fracción : 536.7 Grs	
		2"	50.000	671.0	9.1	9.1	90.9		Grava : 47.13 %
		1 1/2"	37.500	468.0	6.3	15.4	84.6		Arena : 44.82 %
		1"	25.000	933.0	12.6	28.0	72.0		Fino : 8.0 %
	FINO	3/4"	19.000	264.0	3.6	31.6	68.4		W natural : 6.09 %
		1/2"	12.500	426.0	5.8	37.3	62.7		
		3/8"	9.500	146.0	2.0	39.3	60.7		
		No.04	4.750	580.0	7.8	47.1	52.9		LIMITES DE CONSISTENCIA
									L.L. : 27.84 %
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	161.0	15.9	63.0	37.0		L.P. : 23.55 %
		No.20	0.840	150.0	14.8	77.8	22.2		I.P. : 4.29 %
	MEDIA	No.40	0.425	56.0	5.5	83.3	16.7		Cc : 1.89
		No.50	0.297	22.0	2.2	85.5	14.5		Cu : 74.60
		No.100	0.150	35.0	3.4	88.9	11.1		D60 : 9.10
		No.200	0.075	31.0	3.1	92.0	8.0		D30 : 1.45
		<No.200			8.0	100.0			D10 : 0.12

CLASIFICACION : IG 0 SUCS : GM-GC AASHTO : A - 1 - a

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*Cesar Augusto Barrios Flores*  
ING. CIVIL  
CIP 139702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

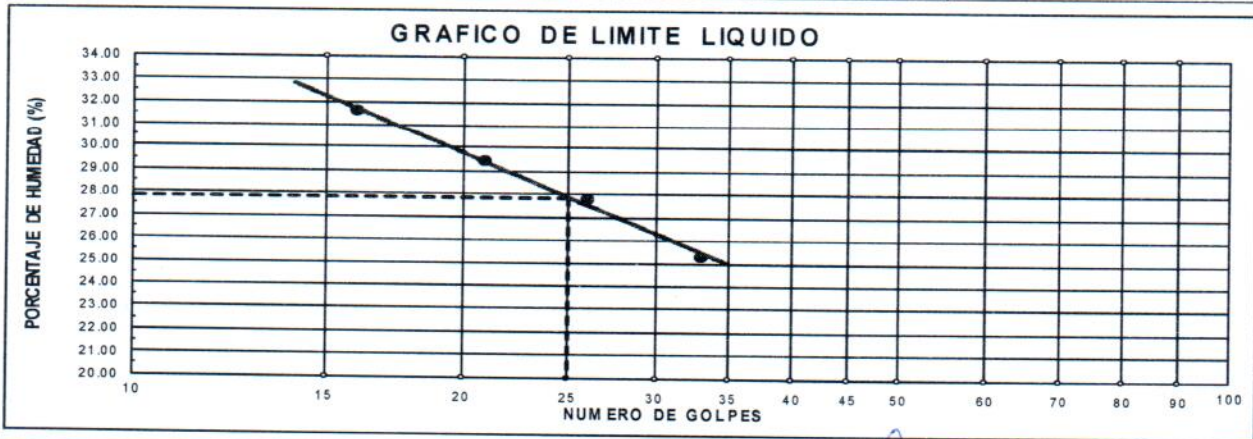
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACION : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-4  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+065  
 PROF (m) : 1.50 m ts.

TEC. RESP : -----  
 ING. RESP : -----  
 FECHA : 25/01/2024

LADO : EJE

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			
01. N° de Golpes	16	21	26	33
02. Tara N°	X-6	V-4	G-3	T-8
03. Suelo Humedo + Tara gr	16.50	15.20	14.70	13.84
04. Suelo Seco + Tara gr	13.94	13.04	12.58	12.13
05. Peso del Agua gr	2.56	2.16	2.12	1.71
06. Peso del Tarro gr	5.85	5.69	4.97	5.37
07. Peso del Suelo Seco gr	8.09	7.35	7.61	6.76
08. % de Humedad	31.60	29.40	27.80	25.30

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO			
01. Tara N°	M-6	N-1		
02. Suelo Humedo + Tara gr	12.50	11.70		
03. Suelo Seco + Tara gr	11.20	10.41		
04. Peso del Agua gr	1.30	1.29		
05. Peso del Tarro gr	5.64	4.95		
06. Peso del Suelo Seco gr	5.56	5.46		
07. % de Humedad	23.40	23.70		
LIMITE PLASTICO	23.55			



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
27.84	23.55	4.29

**GGEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 139702



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
(Método ASTM D-2216)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-4  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+065  
PROF (m) : 1.50 mts.

LADO : EJE

TEC. RESP : -----  
ING. RESP. : -----  
FECHA : 24-01-20224

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL		
	Q-9	A-8	
N° de tara	Q-9	A-8	
Peso tara + suelo húmedo	708.0	720.0	
Peso tara + suelo seco	667.0	679.0	
Peso tara	0.0	0.0	
Peso del agua	41.0	41.0	
Peso suelo seco	667.0	679.0	
Humedad (%)	6.1	6.0	
Promedio	6.09		

  
GEOPOL E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 139702



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO -2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-4  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+065  
PROF (m). : 1.50 mts.  
LADO : EJE

TEC. RESP. :  
ING. RESP. :  
FECHA : 24-01-2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	1,215.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.	745.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos		470.0		
Peso material seco	gr.	1,191.0		
Volúmen de masa		446.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.53		2.53
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.59		2.59
Peso Especifico aparente (base seca)		2.67		2.67
% Absorción		2.02		2.02

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso frasco + H2O	gr.			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.			
Peso material + H2O en el frasco	gr.			
Volúmen de masa + volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
César Augusto Barros Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 1139702



## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

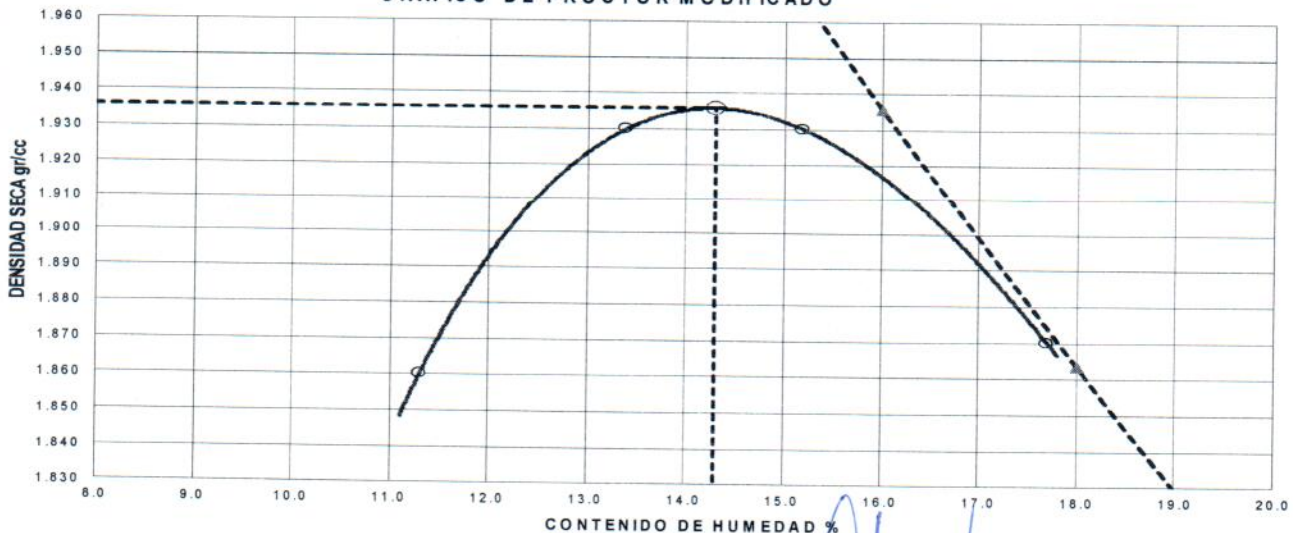
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-4  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+065  
 PROF (m) : 1.50 mts.

LADO : EJE

ING. RESP. :  
 TEC° RESP. :  
 FECHA : 30/01/2024

ENSAYO N°	1	2	3	4
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>				
Peso Molde+Suelo	9,670	9,920	9,980	9,940
Peso Molde	5,283	5,283	5,283	5,283
Peso Suelo Compactado	4,387	4,637	4,697	4,657
Volumen del Molde	2,114.32	2,114.32	2,114.32	2,114.32
Densidad Humeda	2.070	2.190	2.220	2.200
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	540.00	465.00	409.00	505.00
Suelo Seco + Recipiente	485.00	410.00	355.00	429.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	55.00	55.00	54.00	76.00
Peso de Suelo Seco	485.00	410.00	355.00	429.00
Contenido de Humedad	11.30	13.40	15.20	17.70
Densidad Seca	1.86	1.93	1.93	1.87
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.936 gr/cm <sup>3</sup>		14.30 %		

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE° EN CIVIL  
 CIP 139702



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)  
(ASTM D-1883)**

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

OLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-4  
 ESTRATO : E-1  
 ROG (Km) : 0+065  
 ROF (m) : 1.50 mts.

TEC. RESP. : -----  
 ING. RESP. : -----  
 FECHA : 30/01/24

LADO EJE

Molde N°	29	1	18
Capa N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo gr.	12750	12570	11740
Peso del molde gr.	7733	7733	7323
Peso del suelo humec gr.	5017	4837	4417
Volúmen del molde cc.	2272	2272	2189
Densidad Humeda gr./cc	2.21	2.13	2.02
Humedad %	14.30	14.30	14.30
Densidad seca gr./cc	1.930	1.860	1.770
Tarro N°	F-8	T-9	E-3
Tarro suelo humedo gr.	525.0	537.0	542.0
Tarro suelo seco gr.	459.3	469.8	474.2
Agua gr.	65.7	67.2	67.8
Peso del Tarro gr.	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco gr.	459.3	469.8	474.2
Humedad %	14.3	14.3	14.3
Promedio de la humec %	14.3	14.3	14.3

**ENSAYO EXPANSION**

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
					m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
<b>NO PRESENTA EXPANSION</b>												

**PENETRACION**

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%
30"	0.064	0.025		180	180	60.0		120	120	40.0		85	85	28.0	
1'	0.127	0.050		410	410	137.0		290	290	97.0		198	198	66.0	
1' 30"	0.191	0.075		605	605	202.0		460	460	153.0		340	340	113.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	795	795	265.0	27.0	620	620	207.0	21.0	470	470	157.0	16.0
3'	0.381	0.150		1230	1230	410.0		985	985	328.0		760	760	253.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1640	1640	547.0	36.0	1390	1390	463.0	31.0	1070	1070	357.0	24.0
5'	0.635	0.250		2030	2030	677.0		1730	1730	577.0		1320	1320	440.0	
6'	0.762	0.300		2470	2470	823.0		2080	2080	693.0		1580	1580	527.0	

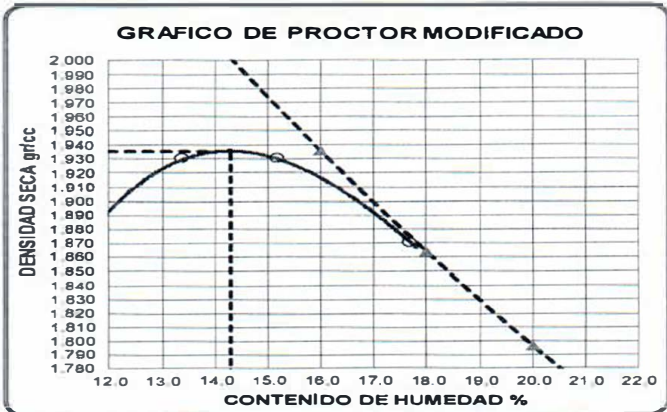
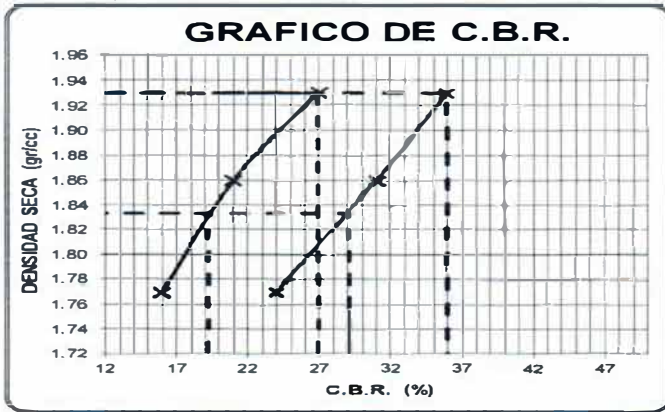
**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 199702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VISTA AL MAR - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-4  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+065 **LADO** : EJE  
**PROF (m)** : 1.50 mts.

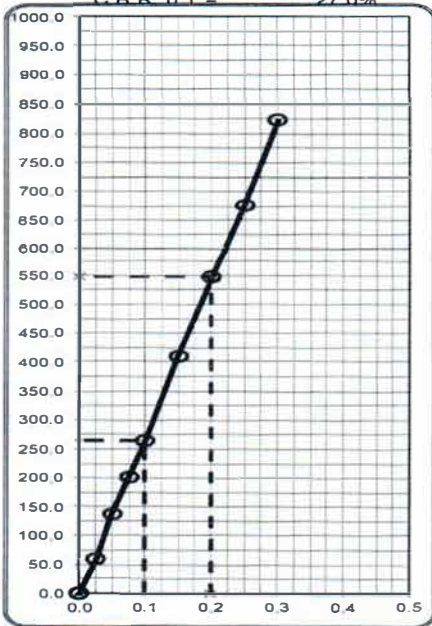
**TEC. RESP.** \_\_\_\_\_  
**ING. RESP.** \_\_\_\_\_  
**FECHA** 30/01/2024



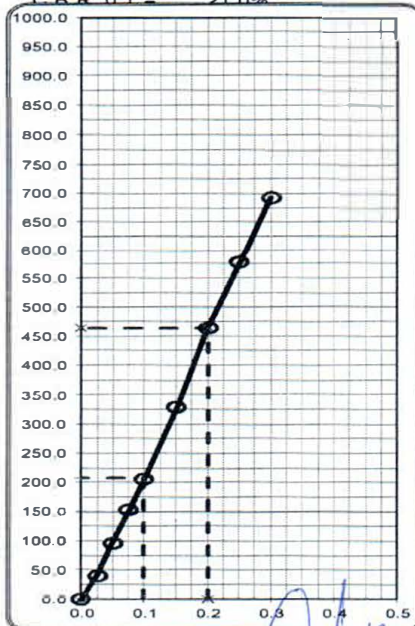
C.B.R. 0.1" AL 100%	27.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	19.20%

MAX. DENSIDAD SECA	1.936	gr/cm <sup>3</sup>
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	14.30	%

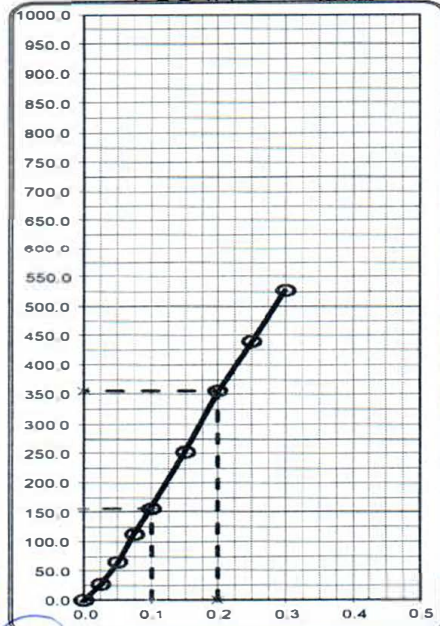
C.B.R. 0.1" = 27.0%



C.B.R. 0.1" = 21.0%



C.B.R. 0.1" = 15.0%



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 139702

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE ACOPIO

CANERA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-1

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : 0+480

PROF (m) : 1.50 mts. LADO EJE

TEC. RESP. : K.P.M.

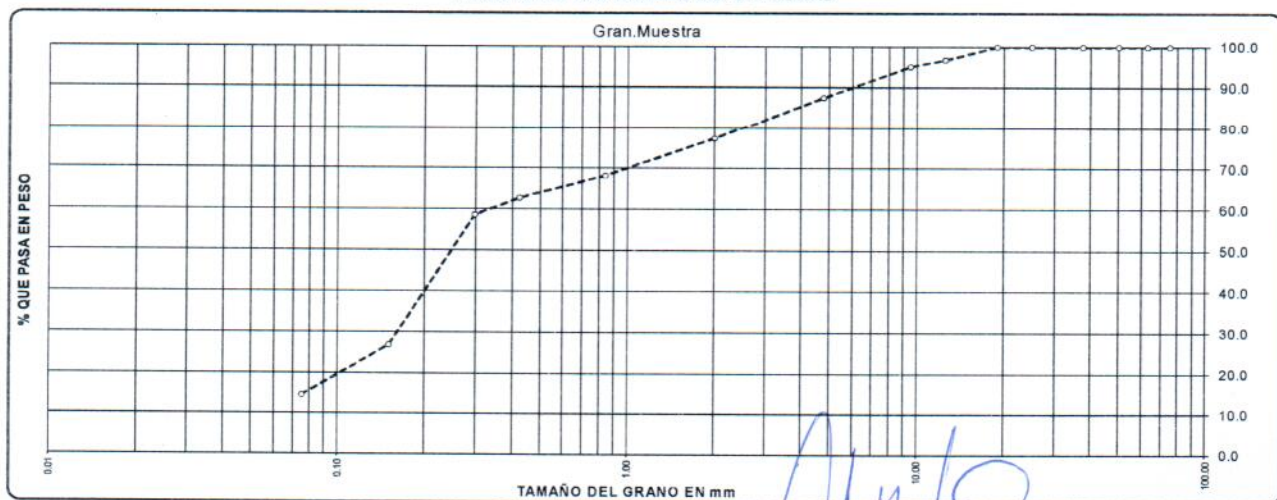
ING. RESP. : C.A.B.F.

FECHA : 30/01/2024

CLASIFICACION ASTM	TAMICES		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACION-GRADACION "B"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM	Abertura (mm)						
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0		Peso inicial : 1083.0 Grs
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0		Peso fracción : Grs
		2"	50.000	0.0	0.0	100.0		Grava : 12.37 %
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0		Arena : 73.22 %
		1"	25.000	0.0	0.0	100.0		Fino : 14.4 %
	FINO	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0		W natural : 1.41 %
		1/2"	12.500	34.0	3.1	96.9		
		3/8"	9.500	19.0	1.8	4.9	95.1	
		No.04	4.750	81.0	7.5	12.4	87.6	
								LIMITES DE CONSISTENCIA
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	111.0	10.2	22.6	77.4	L.L. : 18.60 %
		No.20	0.840	100.0	9.2	31.9	68.1	L.P. : NP %
	MEDIA	No.40	0.425	58.0	5.4	37.2	62.8	I.P. : NP %
		No.50	0.297	45.0	4.2	41.4	58.6	Cc : 1.53
		No.100	0.150	344.0	31.8	73.1	26.9	Cu : 0.00
		No.200	0.075	135.0	12.5	85.6	14.4	D60 : 0.34
		<No.200		156.0	14.4	100.0		D30 : 0.16
						D10 : 0.05		

CLASIFICACION : IG 0 SUCS : SM AASHTO : A - 2 - 4

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GGEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*César Augusto Barríos Flores*  
ING. EN INGENIERÍA CIVIL  
C.I.F. 139702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

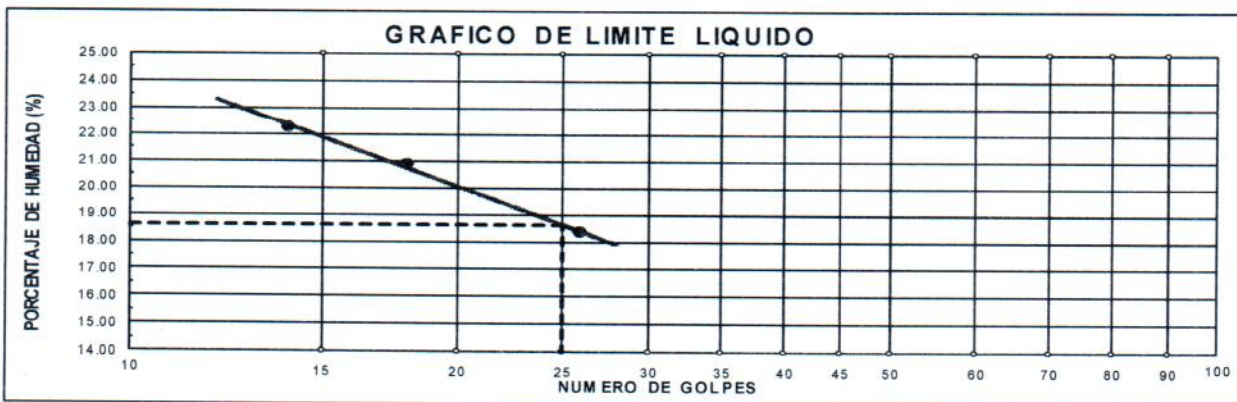
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
 UBICACION : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE ACOPIO  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-1  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+480  
 PROF (m) : 1.50 mts.

TEC. RESP K.P.M.  
 ING. RESP C.A.B.F.  
 FECHA 31/01/2024

LADO : EJE

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			
01. N° de Golpes	14	18	26	
02. Tara N°	E-8	X-3	Q-5	
03. Suelo Humedo + Tara gr	14.20	15.65	15.33	
04. Suelo Seco + Tara gr	12.63	13.98	13.87	
05. Peso del Agua gr	1.57	1.67	1.46	
06. Peso del Tarro gr	5.57	5.97	5.90	
07. Peso del Suelo Seco gr	7.06	8.01	7.97	
08. % de Humedad %	22.24	20.85	18.32	

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO	
01. Tara N°		
02. Suelo Humedo + Tara gr		
03. Suelo Seco + Tara gr		
04. Peso del Agua gr		
05. Peso del Tarro gr		
06. Peso del Suelo Seco gr		
07. % de Humedad %		
LIMITE PLASTICO	NP	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
18.60	NP	NP

**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 139702

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
(Método ASTM D-2216)**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA**MUESTRA** : MATERIAL DE ACOPIO**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE**CALICATA** : C-1**ESTRATO** : E-1**PROG (Km)** : 0+480**PROF (m)** : 1.50 mts.**LADO** : EJE**TEC. RESP** K.P.M.**ING. RESP.** C.A.B.F.**FECHA** : 30/01/2024

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL	
N° de tara	V-9	F-5
Peso tara + suelo húmedo	1141.0	1153.0
Peso tara + suelo seco	1125.0	1137.0
Peso tara	0.0	0.0
Peso del agua	16.0	16.0
Peso suelo seco	1125.0	1137.0
Humedad (%)	1.4	1.4
<b>Promedio</b>		<b>1.41</b>

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

César Augusto Barrios Flores

INGENIERO CIVIL  
CIP 199702

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)**OBRA** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE ACOPIO  
**CANtera** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-1  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+480  
**PROF (m)** : 1.50 m ts.  
**LADO** : EJE**TEC. RESP.** K.P.M.  
**ING. RESP.** C.A.B.F.  
**FECHA** 31/01/2024**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	762.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.	468.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos		294.0		
Peso material seco	gr.	747.0		
Volúmen de masa		279.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.54		2.54
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.59		2.59
Peso Especifico aparente (base seca)		2.68		2.68
% Absorción		2.01		2.01

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso frasco + H2O	gr.			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.			
Peso material + H2O en el frasco	gr.			
Volúmen de masa + volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				



**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 139702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

**PROYECTO** : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA

**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRCIA - ILO - MOQUEGUA

**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE

**CANTERA** : MATERIAL DE ACOPIO

**CALICATA** : C-1

**ESTRATO** : E-1

**PROG (Km)** : 0+480

**PROF (m)** : 1.50 mts.

**LADO** : EJE

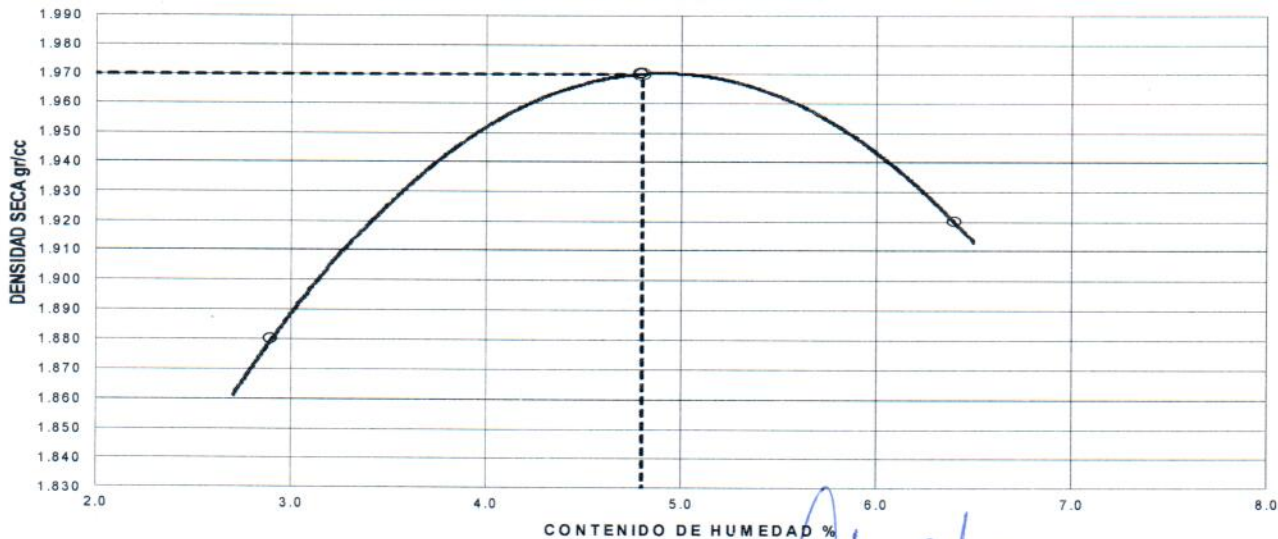
**ING. RESP.** : .....

**TEC° RESP.** : .....

**FECHA** : 06/02/2024

ENSAYO N°	1	2	3		
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>					
Peso Molde+Suelo	5,790	5,910	5,894		
Peso Molde	3,998	3,998	3,998		
Peso Suelo Compactado	1,792	1,912	1,896		
Volumen del Molde	929.37	929.37	929.37		
Densidad Humeda	1.930	2.060	2.040		
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00		
Suelo Humedo + Recipiente	320.00	240.00	283.00		
Suelo Seco + Recipiente	311.00	229.00	266.00		
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00		
Peso de Agua	9.00	11.00	17.00		
Peso de Suelo Seco	311.00	229.00	266.00		
Contenido de Humedad	2.90	4.80	6.40		
Densidad Seca	1.88	1.97	1.92		
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>			<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.970 <small>gr/cm<sup>3</sup></small>			4.80 %		

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**



**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*Cesar Augusto Barrios Flores*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 109702



## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

PROYECTO : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".  
 SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRCIA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-1  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+480  
 PROF (m) : 1.50 mts.

LADO EJE

TEC. RESP. -----  
 ING. RESP. -----  
 FECHA 06/02/2024

Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Molde N°	29		1		18	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo gr.		12410		12180		11340
Peso del molde gr.		7733		7733		7323
Peso del suelo humec gr.		4677		4447		4017
Volúmen del molde cc.		2272		2272		2189
Densidad Humeda gr./cc		2.06		1.96		1.84
Humedad %		4.80		4.80		4.80
Densidad seca gr./cc		1.970		1.870		1.760
Tarro N°		V-2		X-8		Z-4
Tarro suelo humedo gr.		520.0		515.0		536.0
Tarro suelo seco gr.		496.2		491.4		511.5
Agua gr.		23.8		23.6		24.5
Peso del Tarro gr.		0.0		0.0		0.0
Peso del suelo seco gr.		496.2		491.4		511.5
Humedad %		4.8		4.8		4.8
Promedio de la hume( %		4.8		4.8		4.8

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
					m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
<b>NO PRESENTA EXPASION</b>												

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		160	160	53.0		92	92	31.0		63	63	21.0	
1'	0.127	0.050		290	290	97.0		189	189	63.0		130	130	43.0	
1'30"	0.191	0.075		430	430	143.0		280	280	93.0		204	204	68.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	560	560	187.0	19.0	385	385	128.0	13.0	285	285	95.0	10.0
3'	0.381	0.150		810	810	270.0		610	610	203.0		460	460	153.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1060	1060	353.0	24.0	810	810	270.0	18.0	650	650	217.0	14.0
5'	0.635	0.250		1290	1290	430.0		1010	1010	337.0		810	810	270.0	
6'	0.762	0.300		1540	1540	513.0		1240	1240	413.0		982	982	327.0	

  
**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

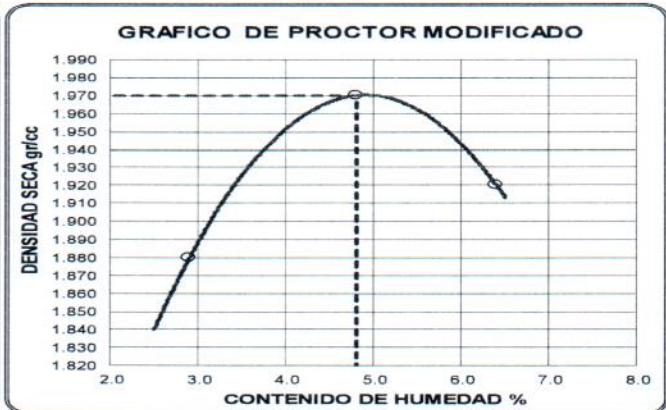
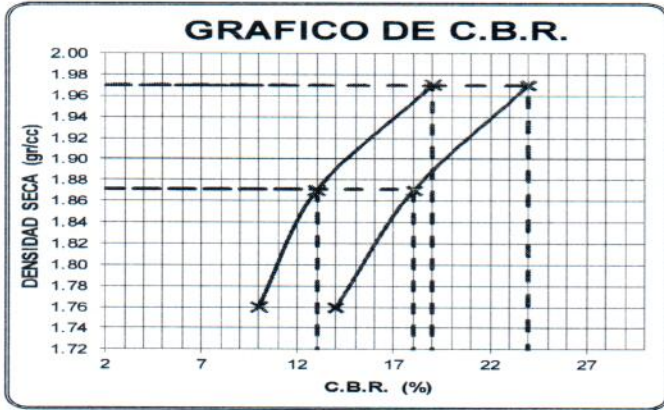
## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

**PROYECTO** : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRCIA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-1  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+480  
**PROF (m)** : 1.50 mts.

**LADO** : EJE

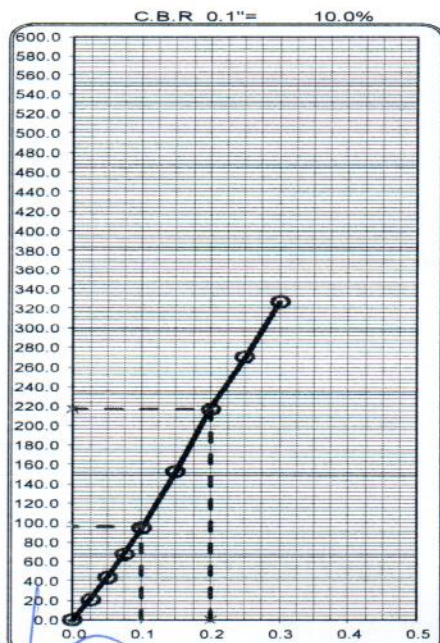
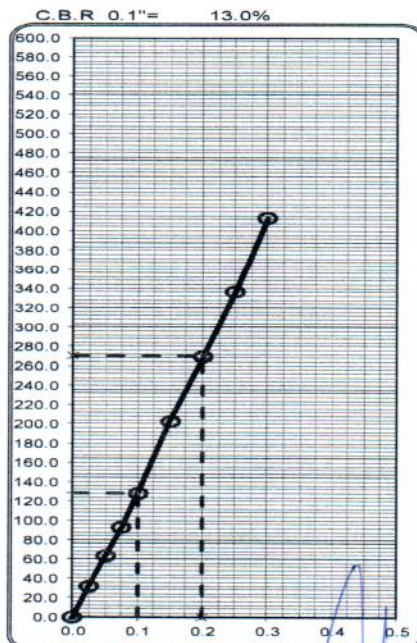
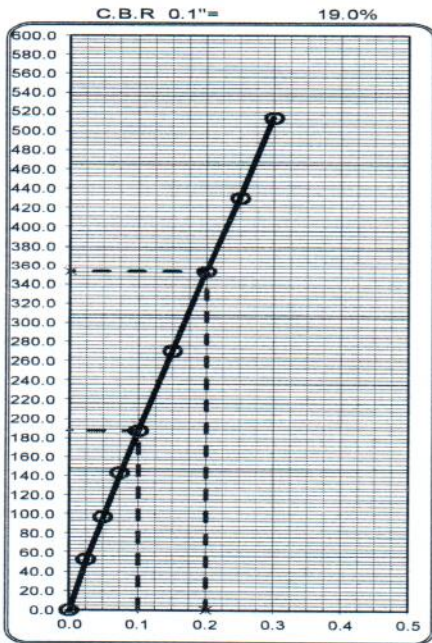
**TEC. RESP.** -----  
**ING. RESP.** -----  
**FECHA** 06/02/2024



C.B.R. 0.1" AL 100%	19.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	13.00%

MAX. DENSIDAD SECA	1.97	gr/cm <sup>3</sup>
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	4.80	%

LEYENDA --- CURVA A 0.1"



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 139702

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

**PROYECTO :** TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".  
**SOLICITANTE :** BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN :** VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA :** MATERIAL DE ACOPIO  
**CANTERA :** MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA :** C-2  
**ESTRATO :** E-1  
**PROG (Km) :** 1+120  
**PROF (m) :** 1.50 mts.      **LADO EJE**  
**TEC. RESP. :** -----  
**ING. RESP. :** -----  
**FECHA :** 30/01/2024

CLASIFICACION ASTM	TAMICES		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACION-GRADACION "B"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM	Abertura (mm)						
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0		Peso Inicial : 2850.0 Grs
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0		Peso fracción : Grs
		2"	50.000	0.0	0.0	100.0		Grava : 27.19 %
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0		Arena : 58.60 %
		1"	25.000	0.0	0.0	100.0		Fino : 14.2 %
	FINO	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0		W natural : 3.17 %
		1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0		
		3/8"	9.500	460.0	16.1	16.1	83.9	
		No.04	4.750	315.0	11.1	27.2	72.8	
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	420.0	14.7	41.9	58.1	L.L. : 21.30 %
		No.20	0.840	262.0	9.2	51.1	48.9	L.P. : NP %
	MEDIA	No.40	0.425	187.0	6.6	57.7	42.3	I.P. : NP %
		No.50	0.297	165.0	5.8	63.5	36.5	Cc : 0.42
		No.100	0.150	401.0	14.1	77.5	22.5	Cu : 0.00
		No.200	0.075	235.0	8.2	85.8	14.2	D60 : 2.36
		<No.200		405.0	14.2	100.0		D30 : 0.23
							D10 : 0.05	

CLASIFICACION	IG	0	SUCS :	SM	AASHTO :	A - 2 - 4
---------------	----	---	--------	----	----------	-----------

REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GGEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 199702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

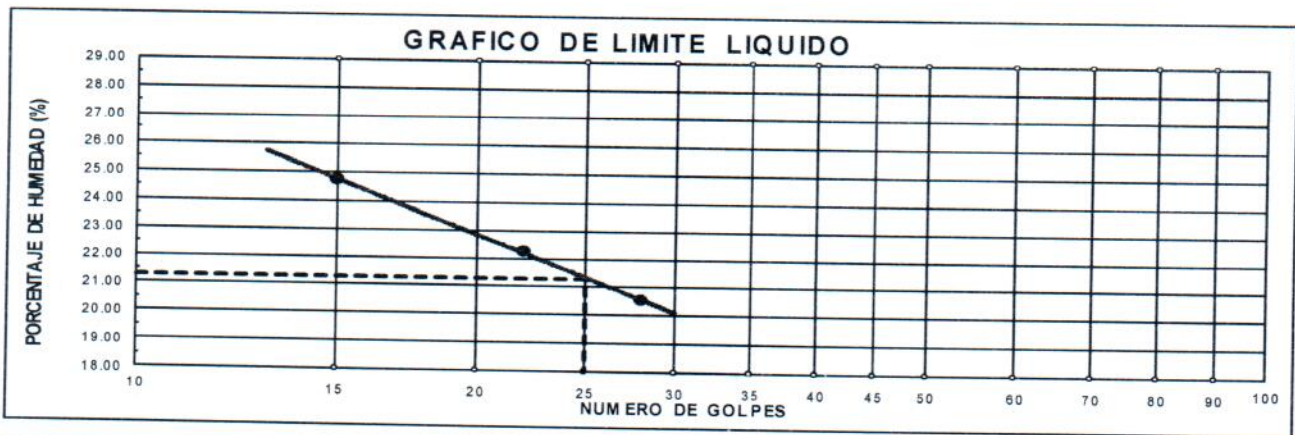
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACION** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE ACOPIO  
**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-2  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 1+120  
**PROF (m)** : 1.50 mts.

**TEC. RESP** : -----  
**ING. RESP** : -----  
**FECHA** : 31/01/2024

**LADO** : EJE

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO		
	15	22	28
01. N° de Golpes	15	22	28
02. Tara N°	V-8	F-5	H-8
03. Suelo Humedo + Tara	gr 25.60	23.40	21.80
04. Suelo Seco + Tara	gr 21.65	20.12	19.02
05. Peso del Agua	gr 3.95	3.28	2.78
06. Peso del Tarro	gr 5.68	5.37	5.49
07. Peso del Suelo Seco	gr 15.97	14.75	13.53
08. % de Humedad	% 24.73	22.24	20.55

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO	
01. Tara N°		
02. Suelo Humedo + Tara		
03. Suelo Seco + Tara		
04. Peso del Agua		
05. Peso del Tarro		
06. Peso del Suelo Seco		
07. % de Humedad		
LIMITE PLASTICO	NP	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
21.30	NP	NP

**GEOPOL EIRL**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO EN CIENCIAS  
 CIP: 139702

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (Método ASTM D-2216)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA

**MUESTRA** : MATERIAL DE ACOPIO

**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : C-2

**ESTRATO** : E-1

**PROG (Km)** : 1+120

**PROF (m)** : 1.50 mts.

**TEC. RESP** : -----

**ING. RESP.** : -----

**FECHA** : 30/01/2024

**LADO** : EJE

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL	
	Z-8	A-7
N° de tara		
Peso tara + suelo húmedo	645.0	657.0
Peso tara + suelo seco	625.0	637.0
Peso tara	0.0	0.0
Peso del agua	20.0	20.0
Peso suelo seco	625.0	637.0
Humedad (%)	3.2	3.1
<b>Promedio</b>		<b>3.17</b>

**G**GEOPOL ERL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
*César Augusto Barrios Flores*  
César Augusto Barrios Flores  
ING. CIVIL  
CIP 139702

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE ACOPIO  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-2  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 1+120  
 PROF (m) : 1.50 m ts.  
 LADO : EJE

TEC. RESP. -----  
 ING. RESP. -----  
 FECHA 31/01/2024

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO			
DESCRIPCION	N° DE MUESTRA		
	01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) gr.	905.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua) gr.	554.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos	351.0		
Peso material seco			
Volúmen de masa gr.	887.0		
	333.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)	2.53		2.53
Peso Especifico Bulk (base saturada)	2.58		2.58
Peso Especifico aparente (base seca)	2.66		2.66
% Absorción	2.03		2.03

AGREGADO FINO			
DESCRIPCION	N° DE MUESTRA		
	1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) gr.			
Peso frasco + H2O gr.			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca gr.			
Peso material + H2O en el frasco gr.			
Volúmen de masa + volúmen de vacíos			
Peso material seco			
Volúmen de masa gr.			
Peso Especifico Bulk (base seca)			
Peso Especifico Bulk (base saturada)			
Peso Especifico aparente (base seca)			
% Absorción			

  
**GEOPOL ERL**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIF 199702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

**PROYECTO** : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA

**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRCIA - ILO - MOQUEGUA

**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE

**CANtera** : MATERIAL DE ACOPIO

**CALICATA** : C-2

**ESTRATO** : E-1

**PROG (Km)** : 1+120

**PROF (m)** : 1.50 mts.

**LADO** : EJE

**ING. RESP.** : .....

**TEC° RESP.** : .....

**FECHA** : 06/02/2024

ENSAYO N°	1	2	3
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>			
Peso Molde+Suelo	5,760	5,880	5,810
Peso Molde	3,998	3,998	3,998
Peso Suelo Compactado	1,762	1,882	1,812
Volumen del Molde	929.37	929.37	929.37
Densidad Humeda	1.900	2.030	1.950
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00
Suelo Humedo + Recipiente	450.00	430.00	462.00
Suelo Seco + Recipiente	435.00	409.00	429.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	15.00	21.00	33.00
Peso de Suelo Seco	435.00	409.00	429.00
Contenido de Humedad	3.40	5.10	7.70
Densidad Seca	1.84	1.93	1.81
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>	
1.933 gr/cm <sup>3</sup>		5.40 %	

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**



**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*Cesar Augusto Barrios Flores*  
Cesar Augusto Barrios Flores  
ING. CIVIL  
CIP 139702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".  
 SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRCIA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-2  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 1+120  
 PROF (m) : 1.50 mts.

TEC. RESP. -----  
 ING. RESP. -----  
 FECHA 06/02/2024

LADO EJE

Molde N°		29		1		18			
Capa N°		5		5		5			
Golpes por capa N°		56		25		12			
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR		SUMERG.		SIN SUMERGIR		SUMERG.	
Peso molde + suelo húmedo	gr.		12350		12120		11305		
Peso del molde	gr.		7733		7733		7323		
Peso del suelo humec	gr.		4617		4387		3982		
Volúmen del molde	cc.		2272		2272		2189		
Densidad Humeda	gr./cc		2.03		1.93		1.82		
Humedad	%		5.40		5.40		5.40		
Densidad seca	gr./cc		1.930		1.830		1.730		
Tarro N°			T-9		S-5		H-5		
Tarro suelo humedo	gr.		528.0		534.0		548.0		
Tarro suelo seco	gr.		500.9		506.6		519.9		
Agua	gr.		27.1		27.4		28.1		
Peso del Tarro	gr.		0.0		0.0		0.0		
Peso del suelo seco	gr.		500.9		506.6		519.9		
Humedad	%		5.4		5.4		5.4		
Promedio de la humer	%		5.4		5.4		5.4		

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION		
					EXPANSION		%		EXPANSION		%		EXPANSION		%
					m.m.				m.m.				m.m.		
<b>NO PRESENTA EXPASION</b>															

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		130	130	43.0		94	94	31.0		65	65	22.0	
1'	0.127	0.050		240	240	80.0		190	190	63.0		140	140	47.0	
1' 30"	0.191	0.075		360	360	120.0		280	280	93.0		210	210	70.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	485	485	162.0	16.0	370	370	123.0	12.0	290	290	97.0	10.0
3'	0.381	0.150		725	725	242.0		580	580	193.0		460	460	153.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	960	960	320.0	21.0	780	780	260.0	17.0	610	610	203.0	14.0
5'	0.635	0.250		1210	1210	403.0		978	978	326.0		785	785	262.0	
6'	0.762	0.300		1450	1450	483.0		1180	1180	393.0		940	940	313.0	

  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 139702



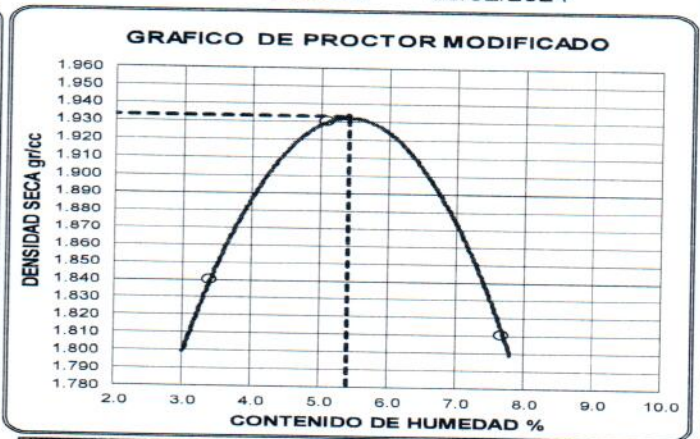
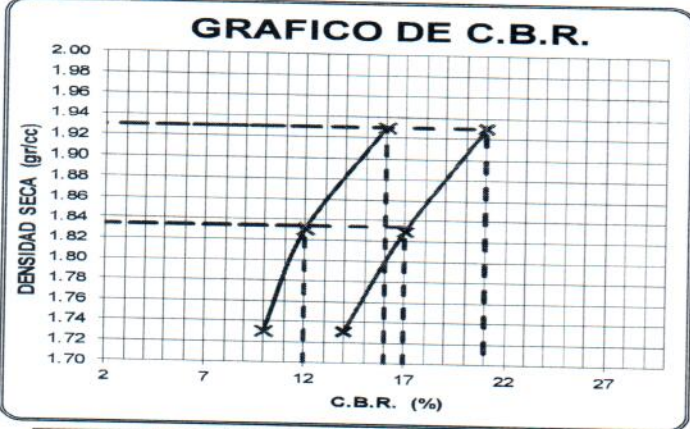
## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

**PROYECTO** : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRCIA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-2  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 1+120  
**PROF (m)** : 1.50 mts.

**LADO** : EJE

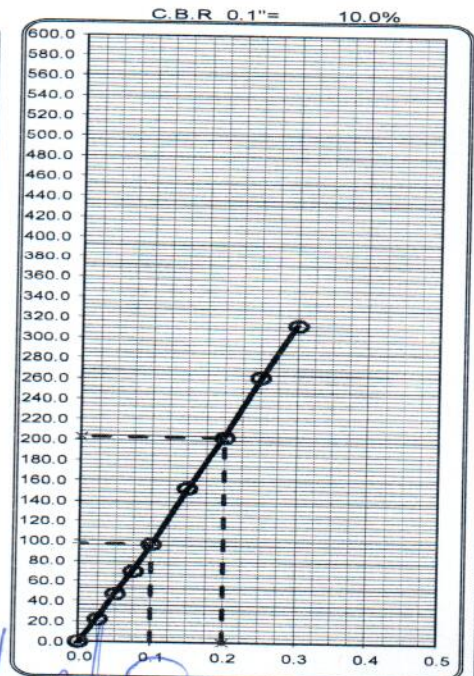
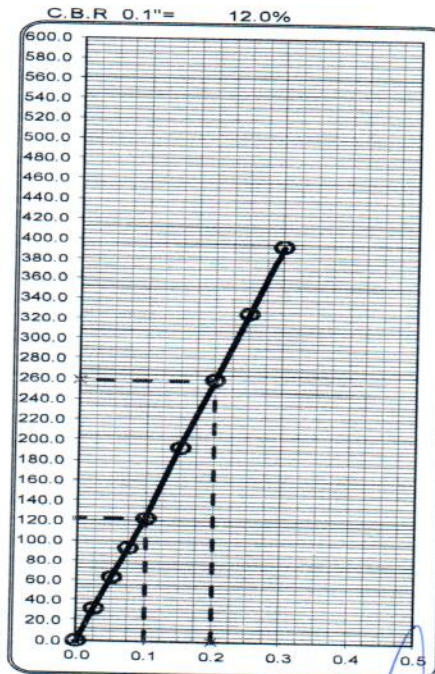
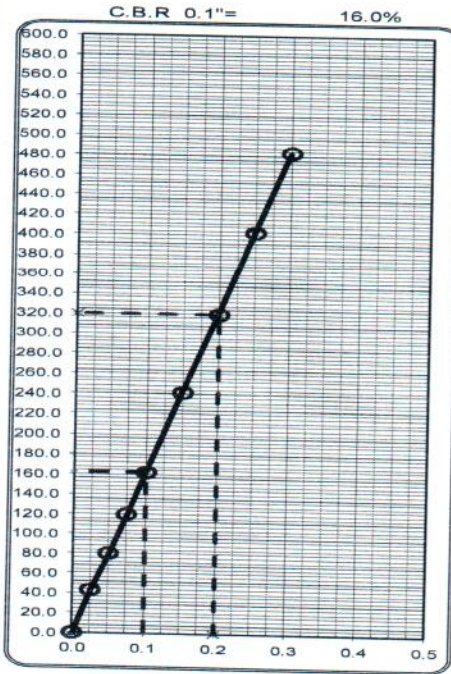
**TEC. RESP.** \_\_\_\_\_  
**ING. RESP.** \_\_\_\_\_  
**FECHA** 06/02/2024



PARAMETROS DE C.B.R.	
C.B.R. 0.1" AL 100%	16.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	12.00%

PARAMETROS DE PROCTOR MODIFICADO	
MAX. DENSIDAD SECA	1.933 gr/cm <sup>3</sup>
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	5.40 %

LEYENDA - - - CURVA A 0.1"



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*César Augusto Barrios Flores*  
**César Augusto Barrios Flores**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 199702

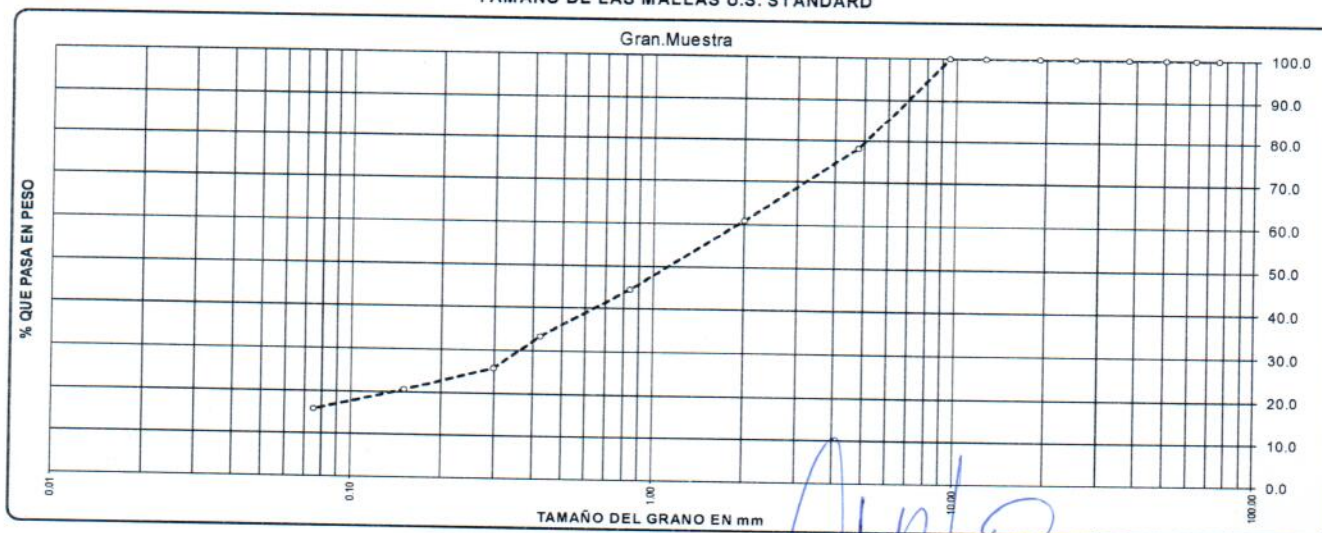
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".  
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE ACOPIO  
**CANtera** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-3  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : ---  
**PROF (m)** : 1.50 mts. LADO EJE  
**TEC. RESP.** : -----  
**ING. RESP.** : -----  
**FECHA** : 31/01/20224

CLASIFICACION ASTM	TAMICES		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACION-GRADACION "B"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM	Abertura (mm)						
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0		Peso inicial : 1750.0 Grs
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0		Peso fracción : Grs
		2"	50.000	0.0	0.0	100.0		Grava : 22.00 %
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0		Arena : 62.29 %
		1"	25.000	0.0	0.0	100.0		Fino : 15.7 %
	FINO	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0		W natural : 3.86 %
		1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0		
		3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0		
		No.04	4.750	385.0	22.0	22.0	78.0	
		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>						
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	301.0	17.2	39.2	60.8	L.L. : 22.94 %
		No.20	0.840	285.0	16.3	55.5	44.5	L.P. : 20.14 %
	MEDIA	No.40	0.425	196.0	11.2	66.7	33.3	I.P. : 2.80 %
		No.50	0.297	132.0	7.5	74.2	25.8	Cc : 1.49
		No.100	0.150	91.0	5.2	79.4	20.6	Cu : 0.00
		No.200	0.075	85.0	4.9	84.3	15.7	D60 : 1.94
		<No.200		275.0	15.7	100.0		D30 : 0.37 D10 : 0.05

CLASIFICACION	IG	0	SUCS :	SM - SC	AASHTO :	A - 1 - b
---------------	----	---	--------	---------	----------	-----------

REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GGEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

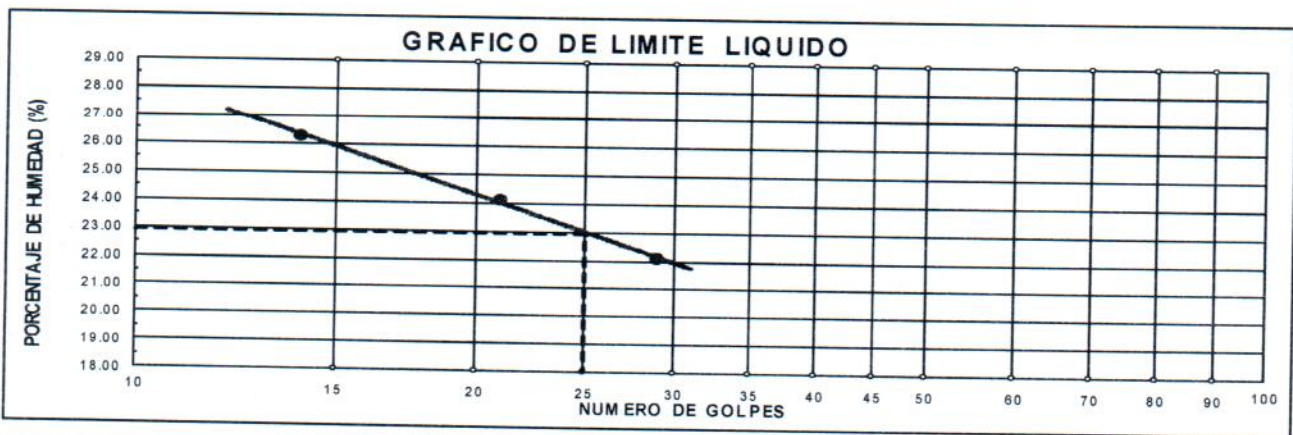
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACION : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE ACOPIO  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-3  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : ---  
 PROF (m) : 1.50 mts.

TEC. RESP : -----  
 ING. RESP : -----  
 FECHA : 01/02/2024

LADO : EJE

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO		
01. N° de Golpes		14	21	29
02. Tara N°		W-7	F-6	K-4
03. Suelo Humedo + Tara	gr	25.48	23.72	21.43
04. Suelo Seco + Tara	gr	21.32	20.16	18.49
05. Peso del Agua	gr	4.16	3.56	2.94
06. Peso del Tarro	gr	5.48	5.39	5.18
07. Peso del Suelo Seco	gr	15.84	14.77	13.31
08. % de Humedad	%	26.26	24.10	22.09

DESCRIPCION		LIMITE PLASTICO		
01. Tara N°		T-5	D-1	
02. Suelo Humedo + Tara	gr	19.62	17.34	
03. Suelo Seco + Tara	gr	17.15	15.31	
04. Peso del Agua	gr	2.47	2.03	
05. Peso del Tarro	gr	4.95	5.18	
06. Peso del Suelo Seco	gr	12.20	10.13	
07. % de Humedad	%	20.25	20.04	
LIMITE PLASTICO		20.14		



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
22.94	20.14	2.80


**GEOPOL EIRL**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIF 19702

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (Método ASTM D-2216)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA

**MUESTRA** : MATERIAL DE ACOPIO

**CANtera** : MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : C-3

**ESTRATO** : E-1

**PROG (Km)** : ---

**PROF (m)** : 1.50 mts.

**TEC. RESP** : -----

**ING. RESP.** : -----

**FECHA** : 31/01/20224

**LADO** : EJE

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL	
	Q-4	D-3
N° de tara		
Peso tara + suelo húmedo	532.0	544.0
Peso tara + suelo seco	512.0	524.0
Peso tara	0.0	0.0
Peso del agua	20.0	20.0
Peso suelo seco	512.0	524.0
Humedad (%)	3.9	3.8
<b>Promedio</b>		<b>3.86</b>

  
**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
César Augusto Ramos Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 199702

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA

UBICACIÓN : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE ACOPIO

CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-3

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : ---

PROF (m) : 1.50 mts.

LADO : EJE

TEC. RESP. : -----

ING. RESP. : -----

FECHA : 31/01/20224

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	785.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.	482.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos		303.0		
Peso material seco				
Volúmen de masa	gr.	769.0		
		287.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.54		2.54
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.59		2.59
Peso Especifico aparente (base seca)		2.68		2.68
% Absorción		2.08		2.08

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	300.0		
Peso frasco + H2O	gr.	649.0		
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.	949		
Peso material + H2O en el frasco	gr.	831		
Volúmen de masa + volúmen de vacíos		118.0		
Peso material seco				
Volúmen de masa	gr.	294.0		
		112.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.492		2.492
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.542		2.542
Peso Especifico aparente (base seca)		2.625		2.625
% Absorción		2.040		2.040

  
**GEOPOL ERL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGE. NO CIVIL  
 CIP 139702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

**PROYECTO** : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

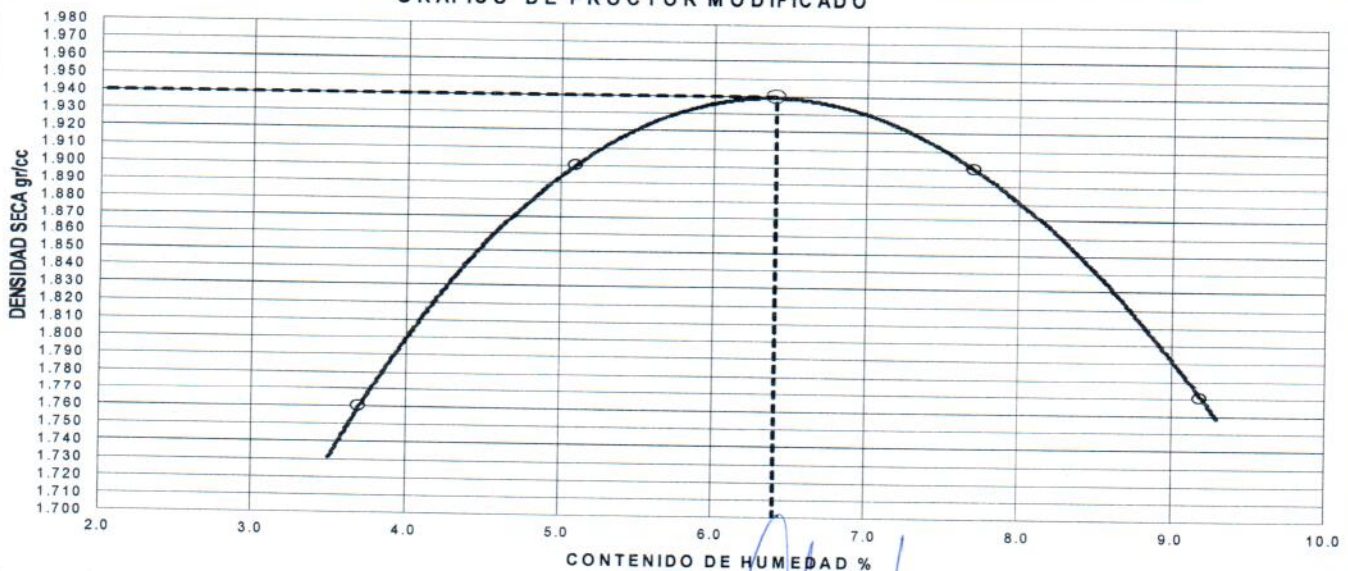
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
**UBICACIÓN** : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRCIA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANTERA** : MATERIAL DE ACOPIO  
**CALICATA** : C-3  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : ---  
**PROF (m)** : 1.50 mts.

**LADO** : EJE

**ING. RESP.** : -----  
**TEC° RESP.** : -----  
**FECHA** : 06/02/2024

ENSAYO N°	1	2	3	4
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>				
Peso Molde+Suelo	5,690	5,860	5,905	5,790
Peso Molde	3,998	3,998	3,998	3,998
Peso Suelo Compactado	1,692	1,862	1,907	1,792
Volumen del Molde	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad Humeda	1.820	2.000	2.050	1.930
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	450.00	430.00	462.00	453.00
Suelo Seco + Recipiente	434.00	409.00	429.00	415.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	16.00	21.00	33.00	38.00
Peso de Suelo Seco	434.00	409.00	429.00	415.00
Contenido de Humedad	3.70	5.10	7.70	9.20
Densidad Seca	1.76	1.90	1.90	1.77
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.940 gr/cm <sup>3</sup>		6.40 %		

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

PROYECTO : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : VILLA UNIVERSITARIA - PAMPA INALAMBRCIA - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-3

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : ---

PROF (m) : 1.50 mts.

LADO EJE

TEC. RESP. : -----

ING. RESP. : -----

FECHA : 06/02/2024

Molde N°		29		1		18
Capa N°		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo	gr.		12410		12190	11370
Peso del molde	gr.		7733		7733	7323
Peso del suelo humec	gr.		4677		4457	4047
Volúmen del molde	cc.		2272		2272	2189
Densidad Humeda	gr./cc		2.06		1.96	1.85
Humedad	%		6.40		6.40	6.40
Densidad seca	gr./cc		1.940		1.840	1.740
Tarro N°			X-6		B-8	M-2
Tarro suelo humedo	gr.		510.0		537.0	529.0
Tarro suelo seco	gr.		479.3		504.7	497.2
Agua	gr.		30.7		32.3	31.8
Peso del Tarro	gr.		0.0		0.0	0.0
Peso del suelo seco	gr.		479.3		504.7	497.2
Humedad	%		6.4		6.4	6.4
Promedio de la humec	%		6.4		6.4	6.4

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL			EXPANSION			DIAL			EXPANSION			DIAL			EXPANSION		
				m.m.	%	DIAL	m.m.	%	DIAL	m.m.	%	DIAL	m.m.	%							
<b>NO PRESENTA EXPASION</b>																					

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	b/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	b/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		140	140	47.0		75	75	25.0		59	59	20.0	
1'	0.127	0.050		270	270	90.0		160	160	53.0		125	125	42.0	
1'30"	0.191	0.075		380	380	127.0		240	240	80.0		197	197	66.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	515	515	172.0	17.0	320	320	107.0	11.0	260	260	87.0	9.0
3'	0.381	0.150		780	780	260.0		520	520	173.0		430	430	143.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1040	1040	347.0	23.0	740	740	247.0	16.0	590	590	197.0	13.0
5'	0.635	0.250		1290	1290	430.0		945	945	315.0		740	740	247.0	
6'	0.762	0.300		1540	1540	513.0		1160	1160	387.0		885	885	295.0	

  
**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

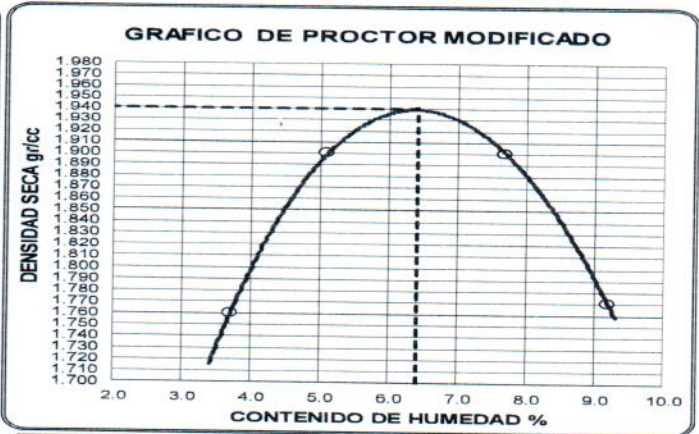
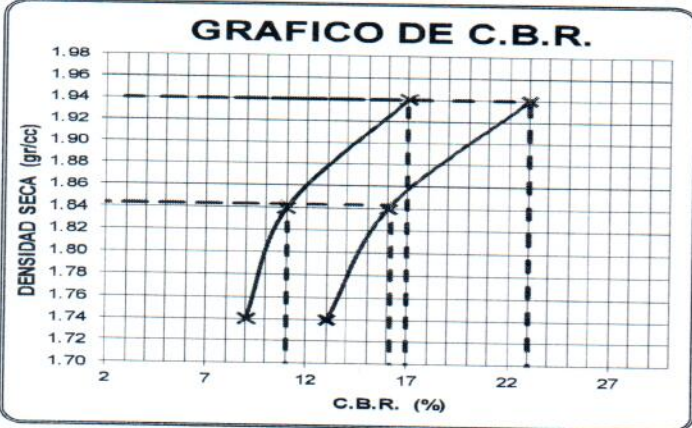
## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

**PROYECTO** : TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : VILLA UNVERSITARIA - PAMPA INALAMBRICA - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-3  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : —  
**PROF (m)** : 1.50 mts.

**LADO** : EJE

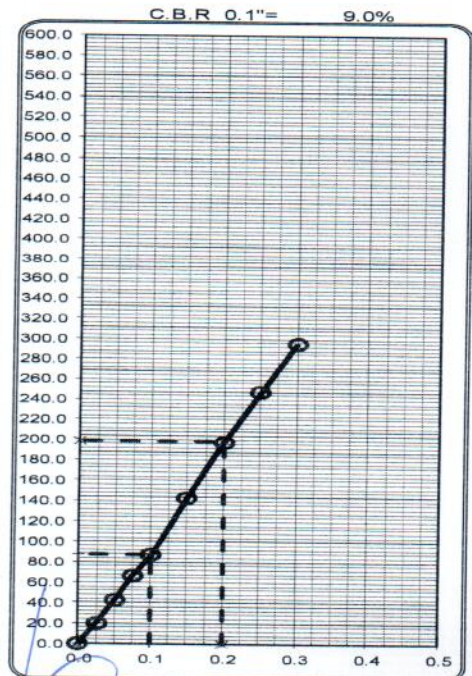
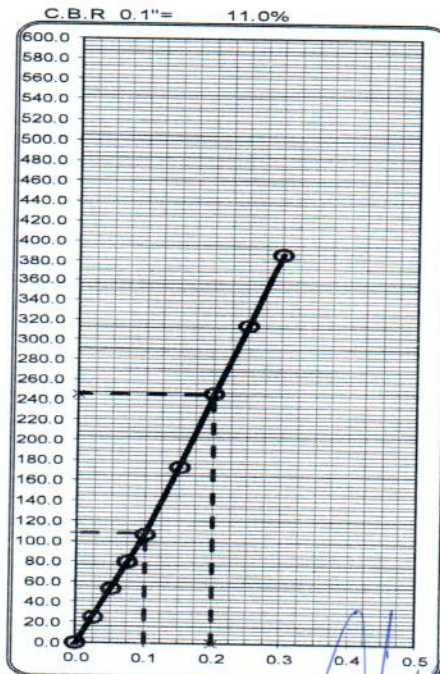
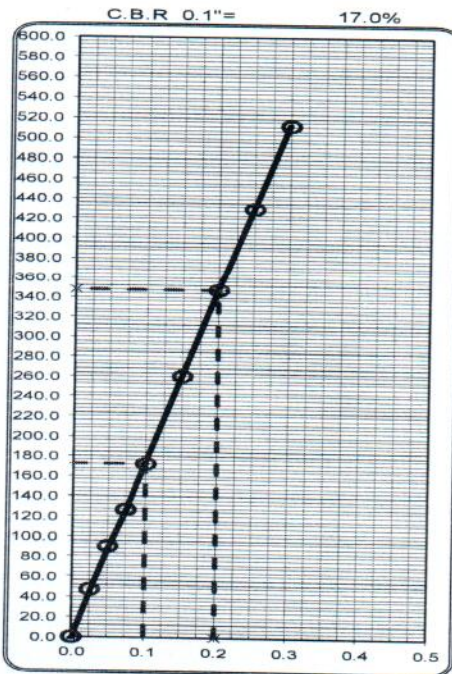
**TEC. RESP.** \_\_\_\_\_  
**ING. RESP.** \_\_\_\_\_  
**FECHA** 06/02/2024



C.B.R. 0.1" AL 100%	17.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	11.00%

MAX. DENSIDAD SECA	1.94	gr/cm <sup>3</sup>
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	6.40	%

LEYENDA ——— CURVA A 0.1"



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE. 30 CIVIL  
 CIP 139702



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-1

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : 0+047

PROF (m) : 1.80 mts. LADO L. IZQ.

TEC. RESP. : ---

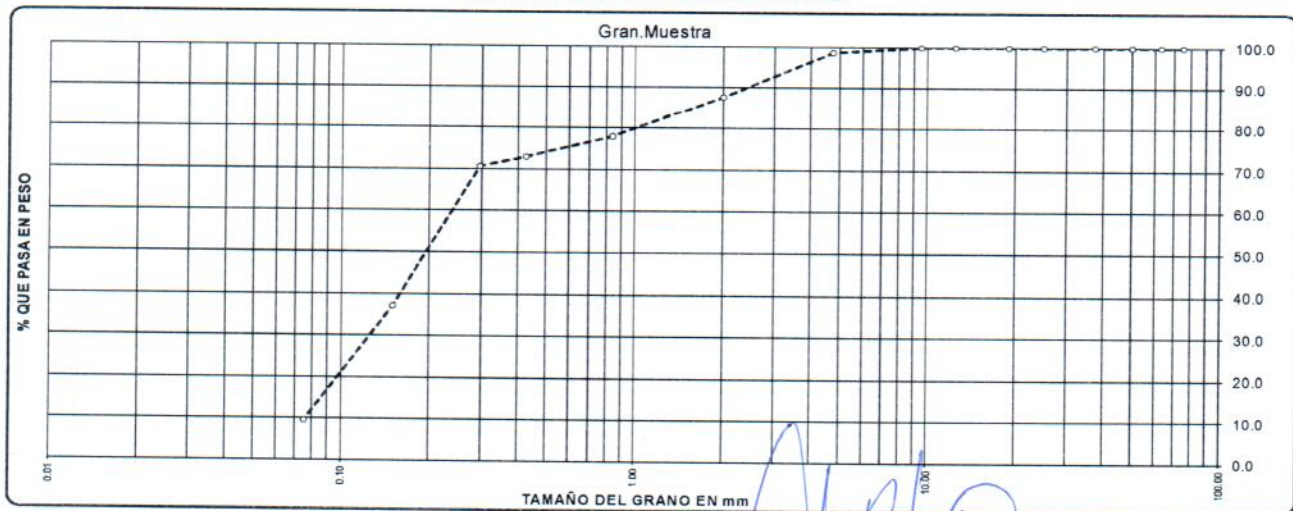
ING. RESP. : ---

FECHA : 08/02/2024

CLASIFICACION ASTM	TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	Peso inicial	: 666.0 Grs	
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	Peso fracción	: --- Grs	
		2"	50.000	0.0	0.0	100.0	Grava	: 1.35 %	
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	Arena	: 88.89 %	
		1"	25.000	0.0	0.0	100.0	Fino	: 9.8 %	
	FINO	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0	W natural	: 1.07 %	
		1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0	LIMITES DE CONSISTENCIA		
		3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	L.L.	: 24.10 %	
		No.04	4.750	9.0	1.4	1.4	98.6	L.P.	: 23.51 %
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	73.0	11.0	12.3	87.7	I.P.	: 0.59 %
	MEDIA	No.20	0.840	65.0	9.8	22.1	77.9	Cc	: 0.90
		No.40	0.425	33.0	5.0	27.0	73.0	Cu	: 3.35
		No.60	0.297	16.0	2.4	29.4	70.6	D60	: 0.25
		No.100	0.150	223.0	33.5	62.9	37.1	D30	: 0.13
		No.200	0.075	182.0	27.3	90.2	9.8	D10	: 0.07
		<No.200		65.0	9.8	100.0			

CLASIFICACION	IG	0	SUCS :	SP-SM	AASHTO :	A - 2 - 4
---------------	----	---	--------	-------	----------	-----------

REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*Cesar Augusto Barrios Flores*  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 139702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

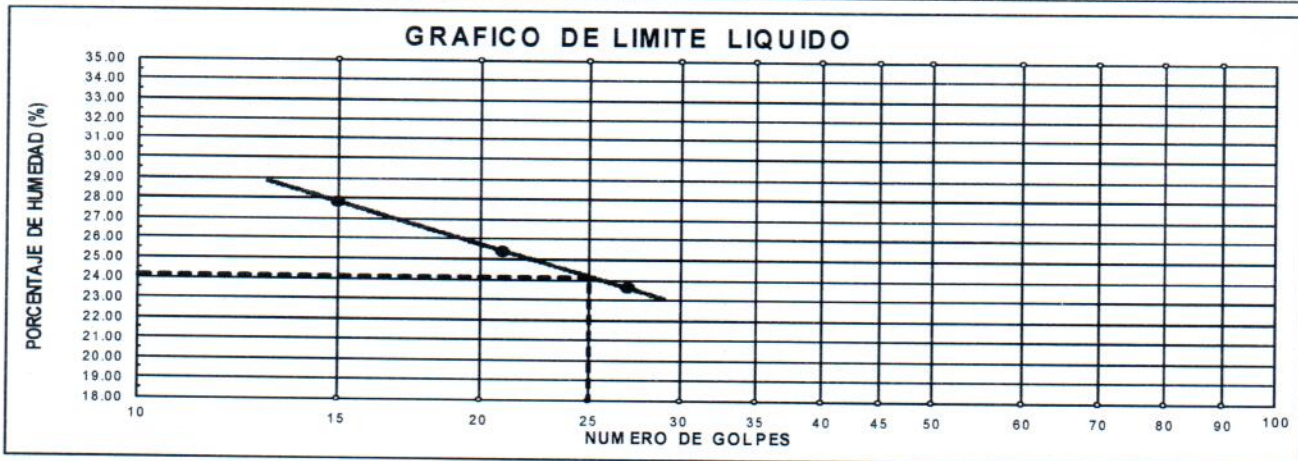
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
 UBICACION : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-1  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+047  
 PROF (m) : 1.80 m ts.

LADO : L. IZQ.

TEC. RESP ----  
 ING. RESP ----  
 FECHA 09/02/2024

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO		
01. N° de Golpes		15	21	27
02. Tara N°		V-1	Q-9	A-3
03. Suelo Humedo + Tara	gr	43.90	42.50	41.70
04. Suelo Seco + Tara	gr	37.06	36.24	36.11
05. Peso del Agua	gr	6.84	6.26	5.59
06. Peso del Tarro	gr	12.50	11.60	12.42
07. Peso del Suelo Seco	gr	24.56	24.64	23.69
08. % de Humedad	%	27.84	25.40	23.60

DESCRIPCION		LIMITE PLASTICO		
01. Tara N°		R-3	V-5	
02. Suelo Humedo + Tara	gr	21.90	19.85	
03. Suelo Seco + Tara	gr	21.25	19.35	
04. Peso del Agua	gr	0.65	0.50	
05. Peso del Tarro	gr	18.45	17.25	
06. Peso del Suelo Seco	gr	2.80	2.10	
07. % de Humedad	%	23.21	23.81	
LIMITE PLASTICO		23.51		



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
24.10	23.51	0.59

  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (Método ASTM D-2216)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-1  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+047  
**PROF (m)** : 1.80 mts.

**TEC. RESP** : ----  
**ING. RESP.** : ----  
**FECHA** : 08/02/2024

**LADO** : L. IZQ.

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL	
	V-1	X-9
N° de tara	V-1	X-9
Peso tara + suelo húmedo	673.0	685.3
Peso tara + suelo seco	666.0	678.0
Peso tara	0.0	0.0
Peso del agua	7.0	7.3
Peso suelo seco	666.0	678.0
Humedad (%)	1.1	1.1
<b>Promedio</b>	<b>1.07</b>	

  
**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGE. CIVIL  
CIP 139702

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-1  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+047  
PROF (m). : 1.80 mts.  
LADO : : L. IZQ.

TEC. RESP. ----  
ING. RESP. ----  
FECHA 08/02/2024

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO			
DESCRIPCION	N° DE MUESTRA		
	01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) gr.			
Peso material saturado superficialmente seca (en agua) gr.			
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos			
Peso material seco gr.			
Volúmen de masa			
Peso Especifico Bulk (base seca)			
Peso Especifico Bulk (base saturada)			
Peso Especifico aparente (base seca)			
% Absorción			

AGREGADO FINO			
DESCRIPCION	N° DE MUESTRA		
	1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) gr.	300.0		
Peso frasco + H2O gr.	647.0		
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca gr.	947		
Peso material + H2O en el frasco gr.	831		
Volúmen de masa + volúmen de vacíos	116.0		
Peso material seco gr.	294.0		
Volúmen de masa	110.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)	2.534		2.534
Peso Especifico Bulk (base saturada)	2.586		2.586
Peso Especifico aparente (base seca)	2.673		2.673
% Absorción	2.040		2.040

  
GEOPOL S.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
ING. EN INGENIERÍA CIVIL  
CIP 139702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

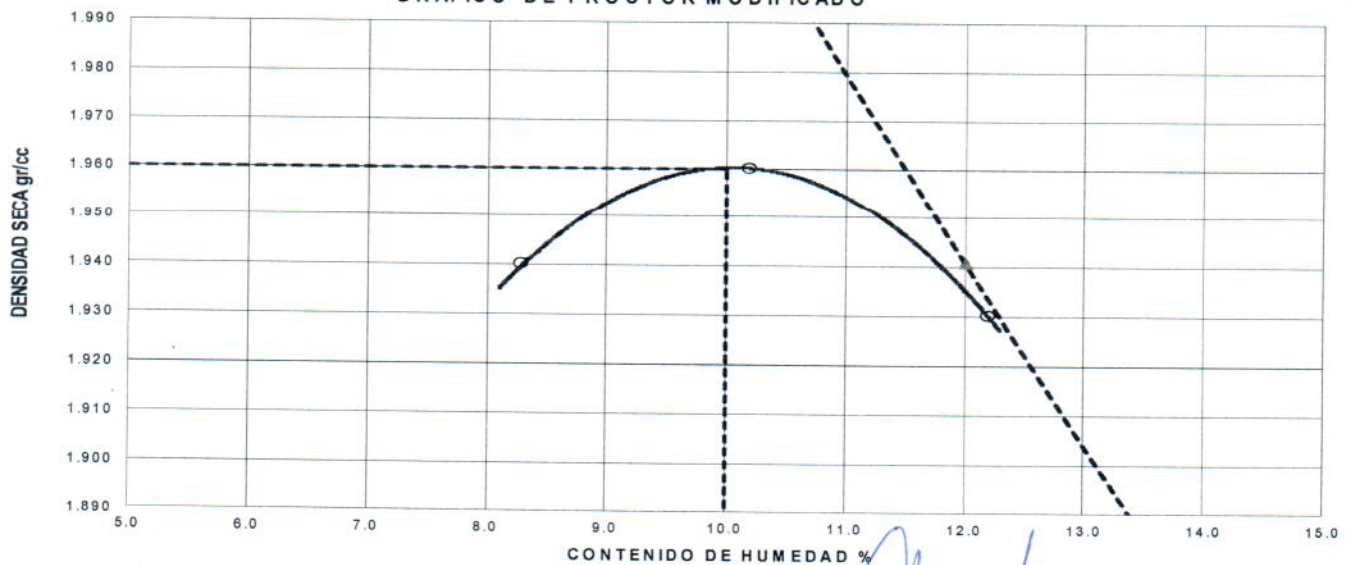
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
**UBICACIÓN** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-1  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+047  
**PROF (m)** : 1.80 mts.

**LADO** : L.IZQ.

**ING. RESP.** : -----  
**TEC° RESP.** : -----  
**FECHA** : 15/02/2024

ENSAYO N°	1	2	3	4
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>				
Peso Molde+Suelo	5,748	5,810	5,824	5,824
Peso Molde	3,615	3,615	3,615	3,615
Peso Suelo Compactado	2,133	2,195	2,209	2,209
Volumen del Molde	1,017.50	1,017.50	1,017.50	1,017.50
Densidad Humeda	2.100	2.160	2.170	2.170
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	313.00	303.00	323.00	323.00
Suelo Seco + Recipiente	289.00	275.00	288.00	288.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	24.00	28.00	35.00	35.00
Peso de Suelo Seco	289.00	275.00	288.00	288.00
Contenido de Humedad	8.30	10.20	12.20	12.20
Densidad Seca	1.94	1.96	1.93	1.93
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.960 gr/cm <sup>3</sup>		10.00 %		

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 139702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-1  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+047  
PROF (m) : 1.80 mts.

TEC. RESP. : ----  
ING. RESP. : ----  
FECHA : 15/02/24

LADO L.IZQ.

Molde N°		29		1		18
Capa N°		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.		12680		12410	11630
Peso del molde	gr.		7774		7733	7352
Peso del suelo humec	gr.		4906		4677	4278
Volúmen del molde	cc.		2272		2272	2189
Densidad Humeda	gr./cc		2.16		2.06	1.95
Humedad	%		10.10		10.00	10.10
Densidad seca	gr./cc		1.960		1.870	1.770
Tarro N°			B-2		C-3	M-1
Tarro suelo humedo	gr.		522.0		360.0	349.0
Tarro suelo seco	gr.		474.0		327.3	317.0
Agua	gr.		48.0		32.7	32.0
Peso del Tarro	gr.		0.0		0.0	0.0
Peso del suelo seco	gr.		474.0		327.3	317.0
Humedad	%		10.1		10.0	10.1
Promedio de la humec	%		10.1		10.0	10.1

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION		
					m.m.		%		m.m.		%		m.m.		%
					<b>NO PRESENTA EXPANSION</b>										

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		95	95	32.0		75	75	25.0		60	60	20.0	
1'	0.127	0.050		202	202	67.0		160	160	53.0		120	120	40.0	
1' 30"	0.191	0.075		310	310	103.0		250	250	83.0		191	191	64.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	425	425	142.0	14.0	340	340	113.0	11.0	260	260	87.0	9.0
3'	0.381	0.150		680	680	227.0		540	540	180.0		430	430	143.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	940	940	313.0	21.0	760	760	253.0	17.0	630	630	210.0	14.0
5'	0.635	0.250		1160	1160	387.0		985	985	328.0		810	810	270.0	
6'	0.762	0.300		1410	1410	470.0		1210	1210	403.0		1010	1010	337.0	

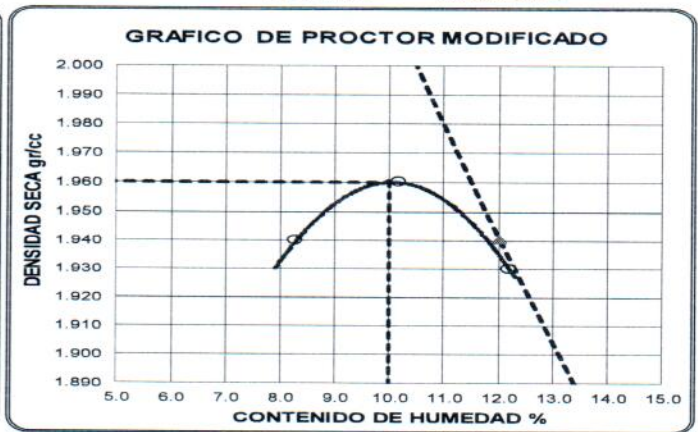
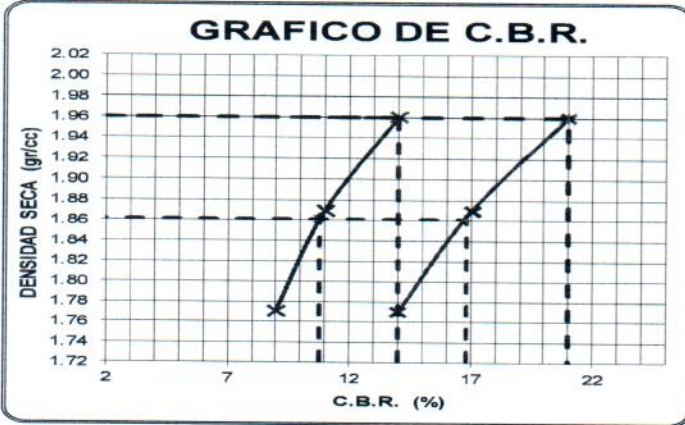
## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023".

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-1  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+047  
**PROF (m)** : 1.80 mts.

**LADO** : L.IZQ.

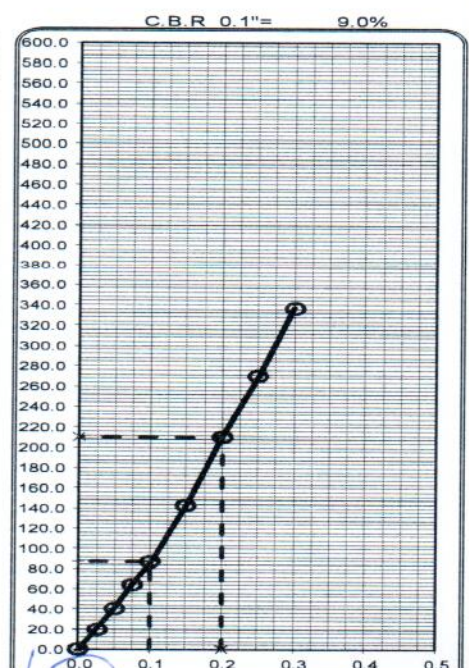
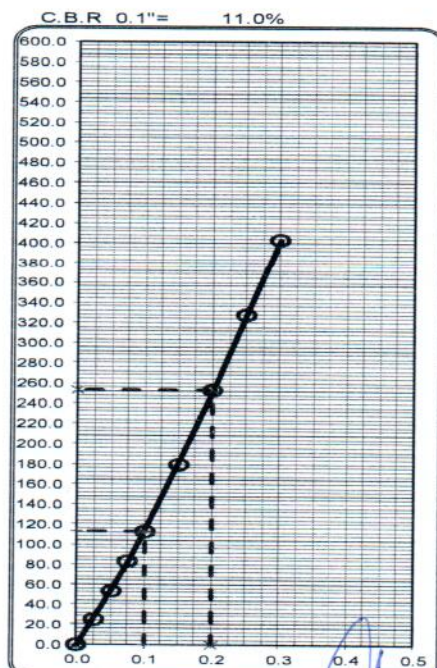
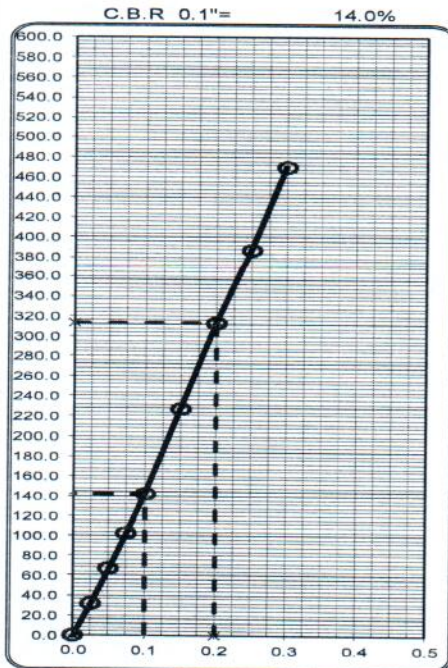
**TEC. RESP.** :  
**ING. RESP.** :  
**FECHA** : 15/02/2024



PARAMETROS DE C.B.R.	
C.B.R.01" AL 100%	14.00%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S.	10.80%

PARAMETROS DE PROCTOR MODIFICADO		
MAX. DENSIDAD SECA	1.96	gr/cm3
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	10.00	%

LEYENDA : CURVA A 0.1"



**GEOPOL EIRL**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGE.º CIVIL  
 CIP 139702

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CANtera : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : 0+349

PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts

TEC. RESP. : ----

ING. RESP. : ----

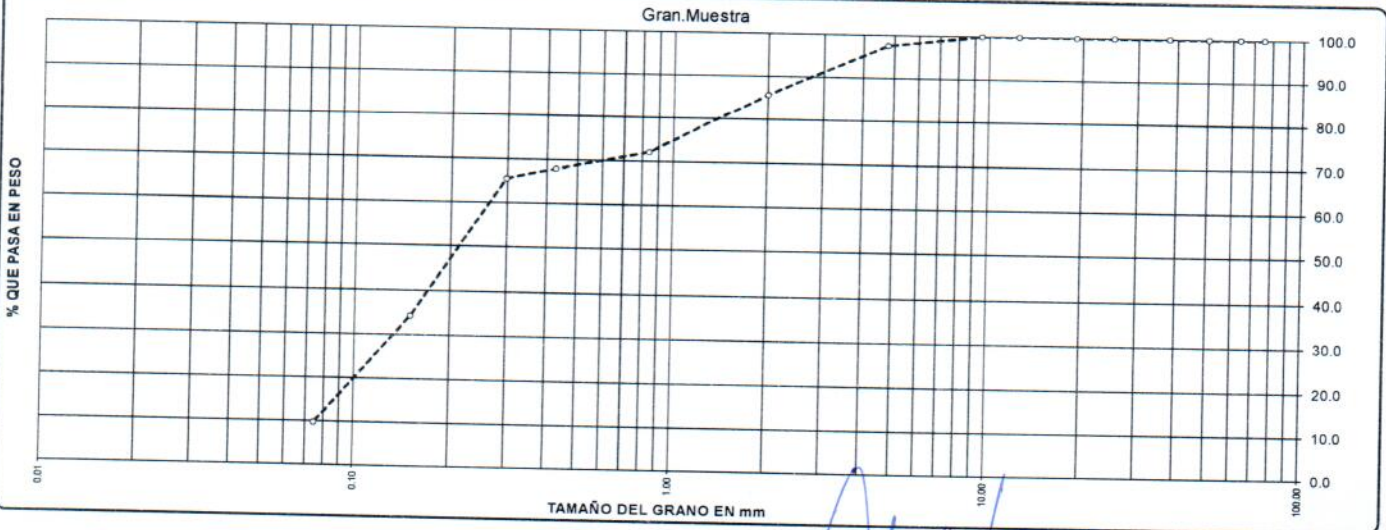
FECHA : 08/02/2024

LADO EJE

CLASIFICACION ASTM	TAMICES		Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM							
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso inicial : 865.0 Grs
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso fracción : ---- Grs
		2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Grava : 2.54 %
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena : 87.75 %
		1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Fino : 9.7 %
	FINO	3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Total : 100.0 %
		1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	W natural : 1.74 %
		3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITES DE CONSISTENCIA
		No.04	4.750	22.0	2.5	2.5	97.5	L.L. : 18.30 %
		No.10	2.000	102.0	11.8	14.3	85.7	L.P. : NP %
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.20	0.840	118.0	13.6	28.0	72.0	I.P. : NP %
		No.40	0.425	35.0	4.0	32.0	68.0	Cc : 0.91
		No.50	0.297	20.0	2.3	34.3	65.7	Cu : 3.61
		No.100	0.150	272.0	31.4	65.8	34.2	D60 : 0.27
		No.200	0.075	212.0	24.5	90.3	9.7	D30 : 0.14
		<No.200		84.0	9.7	100.0		D10 : 0.07

CLASIFICACION IG 0 SUCS : SP AASHTO : A - 2 - 4

REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

GGEOPOL EIRL.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

Cesar Augusto Barrios Flores  
INGE. CIVIL  
CIP 139702



## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

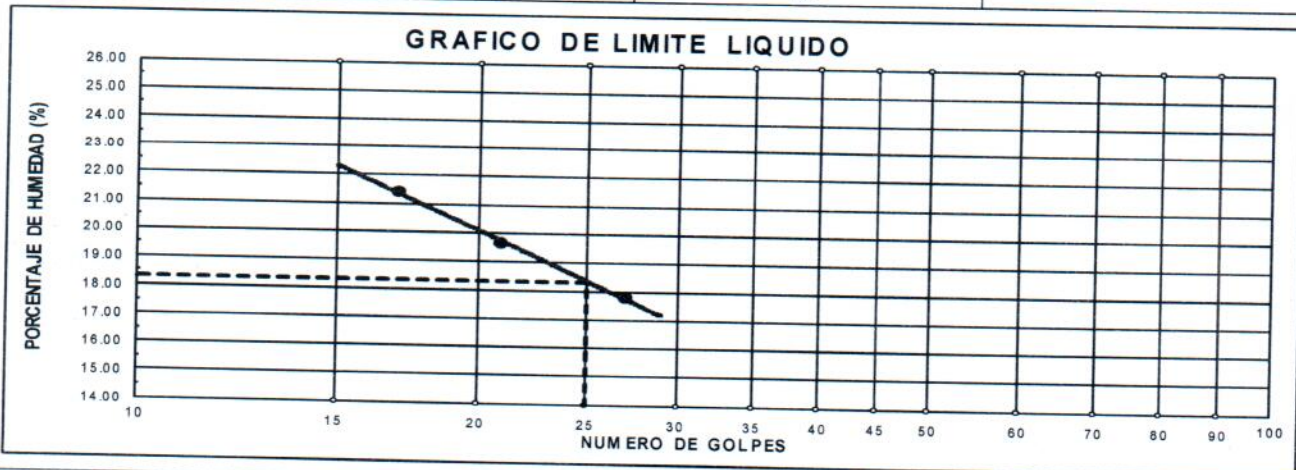
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACION : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-2  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+349  
 PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts

LADO : EJE

TEC. RESP ----  
 ING. RESP ----  
 FECHA 09/02/2024

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO		
	17	21	27
01. N° de Golpes	17	21	27
02. Tara N°	F-5	H-4	V-3
03. Suelo Humedo + Tara	gr 45.60	50.20	48.10
04. Suelo Seco + Tara	gr 39.77	43.87	42.71
05. Peso del Agua	gr 5.83	6.33	5.39
06. Peso del Tarro	gr 12.50	11.60	12.42
07. Peso del Suelo Seco	gr 27.27	32.27	30.29
08. % de Humedad	% 21.40	19.60	17.80

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO
01. Tara N°	
02. Suelo Humedo + Tara	
03. Suelo Seco + Tara	
04. Peso del Agua	
05. Peso del Tarro	
06. Peso del Suelo Seco	
07. % de Humedad	
LIMITE PLASTICO	NP



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
18.30	NP	NP

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (Método ASTM D-2216)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : 0+349

PROF (m). : 0.00 @ 1.5 mts

TEC. RESP ----

ING. RESP. ----

FECHA : 08/02/2024

LADO : EJE

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL		
	V-9	J-3	
N° de tara			
Peso tara + suelo húmedo	880.0	892.3	
Peso tara + suelo seco	865.0	877.0	
Peso tara	0.0	0.0	
Peso del agua	15.0	15.3	
Peso suelo seco	865.0	877.0	
Humedad (%)	1.7	1.7	
Promedio		1.74	

GEOPOL EIRL.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

Cesar Augusto Barrios Flores

INGENIERO CIVIL  
CIP 139702

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA

UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : 0+349

PROF (m) : 0.00 @ 1.5 m ts

LADO : EJE

TEC. RESP. ----

ING. RESP. ----

FECHA 08/02/2024

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.			
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	300.0		
Peso frasco + H2O	gr.	651.0		
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.	947		
Peso material + H2O en el frasco	gr.	832		
Volúmen de masa + volúmen de vacíos		115.0		
Peso material seco	gr.	294.0		
Volúmen de masa		109.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.557		2.557
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.609		2.609
Peso Especifico aparente (base seca)		2.697		2.697
% Absorción		2.040		2.040

**GEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*César Augusto Barrios Flores*  
César Augusto Barrios Flores  
INGE. CIVIL  
CIP 139702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

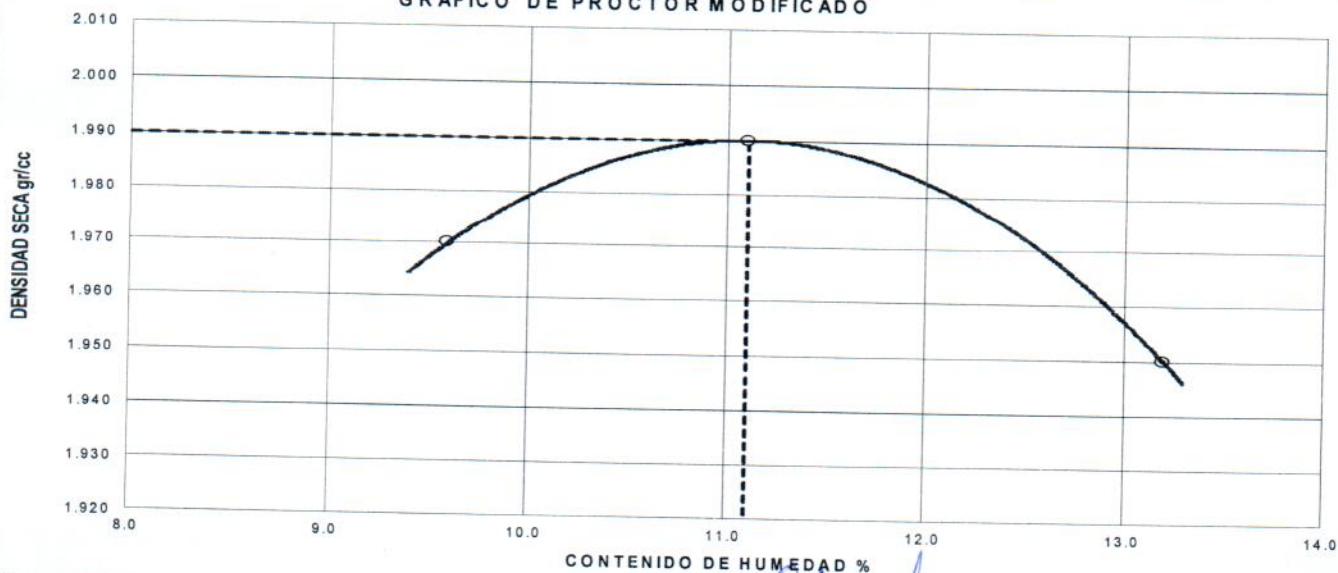
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
**UBICACIÓN** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-2  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+349  
**PROF (m)** : 0.00 @ 1.5 mts.

**LADO** : EJE

**ING. RESP.** : -----  
**TEC° RESP.** : -----  
**FECHA** : 15/02/2024

ENSAYO N°	1	2	3
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>			
Peso Molde+Suelo	5,814	5,867	5,860
Peso Molde	3,615	3,615	3,615
Peso Suelo Compactado	2,199	2,252	2,245
Volumen del Molde	1,017.50	1,017.50	1,017.50
Densidad Humeda	2.160	2.210	2.210
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00
Suelo Humedo + Recipiente	364.00	422.00	428.00
Suelo Seco + Recipiente	332.00	380.00	378.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	32.00	42.00	50.00
Peso de Suelo Seco	332.00	380.00	378.00
Contenido de Humedad	9.60	11.10	13.20
Densidad Seca	1.97	1.99	1.95
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>	
1.990 gr/cm <sup>3</sup>		11.10 %	

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**



**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 199702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-2  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+349  
PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts.

TEC. RESP. -----  
ING. RESP. -----  
FECHA 15/02/24

LADO EJE

Molde N°	25	1	6
Capa N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo gr.	12790	12450	11650
Peso del molde gr.	7774	7733	7352
Peso del suelo humec gr.	5016	4717	4298
Volúmen del molde cc.	2274	2272	2221
Densidad Humeda gr./cc	2.21	2.08	1.94
Humedad %	11.10	11.10	11.10
Densidad seca gr./cc	1.990	1.870	1.750
Tarro N°	R-2	G-7	W-9
Tarro suelo humedo gr.	390.0	385.0	420.0
Tarro suelo seco gr.	351.0	346.5	378.0
Agua gr.	39.0	38.5	42.0
Peso del Tarro gr.	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco gr.	351.0	346.5	378.0
Humedad %	11.1	11.1	11.1
Promedio de la humer %	11.1	11.1	11.1

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL		EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%	m.m.	%		m.m.	%			
												NO PRESENTA EXPANSION	

### PENETRACION

Tiempo	PENETRACION		Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
	mm	plg		Dial (div.)	Libras	b/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	b/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		110.0	110	37.0		85	85	28.0		60.0	60	20.0	
1'	0.127	0.050		230.0	230	77.0		160	160	53.0		120.0	120	40.0	
1' 30"	0.191	0.075		350.0	350	117.0		260	260	87.0		186.0	186	62.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	462.0	462	154.0	16.0	340	340	113.0	11.0	250.0	250	83.0	8.0
3'	0.381	0.150		720.0	720	240.0		545	545	182.0		415.0	415	138.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	970.0	970	323.0	22.0	745	745	248.0	17.0	580.0	580	193.0	13.0
5'	0.635	0.250		1210.0	1210	403.0		945	945	315.0		730.0	730	243.0	
6'	0.762	0.300		1420.0	1420	473.0		1130	1130	377.0		880.0	880	293.0	

GEOPOL EIRL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrús Flores  
ING. CIVIL  
CIP 139702

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)  
( ASTM D-1883 )**

**PROYECTO**

: TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

**SOLICITANTE**

: BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

**UBICACIÓN**

: EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

**MUESTRA**

: MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA**

: C-2

**ESTRATO**

: E-1

**PROG (Km)**

: 0+349

**PROF (m).**

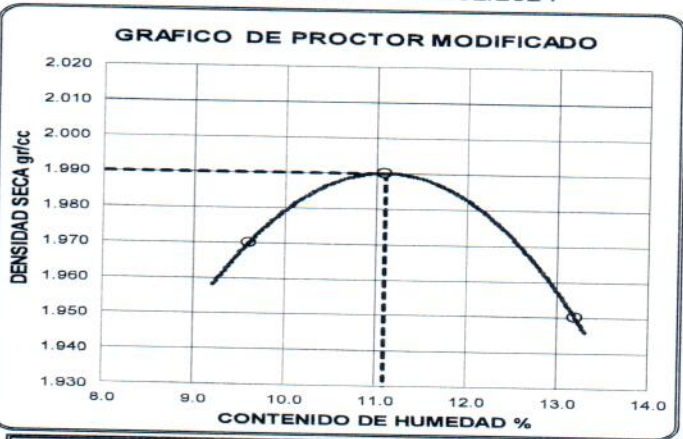
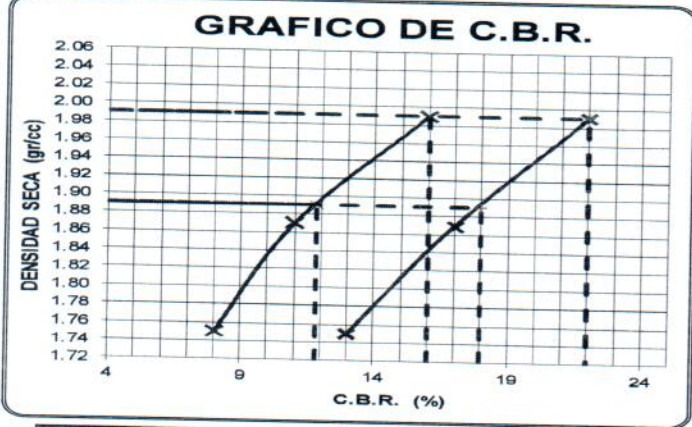
: 0.00 @ 1.5 mts.

**LADO** : EJE

**TEC. RESP.** -----

**ING. RESP.** -----

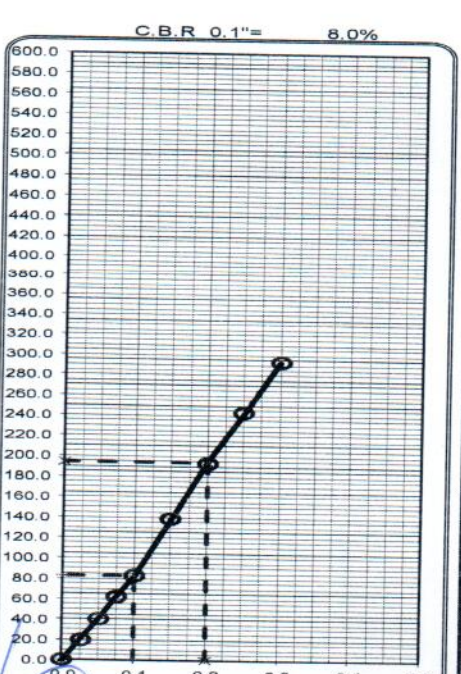
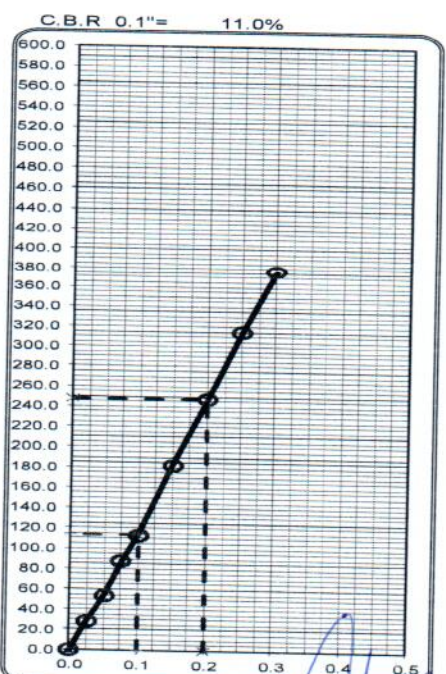
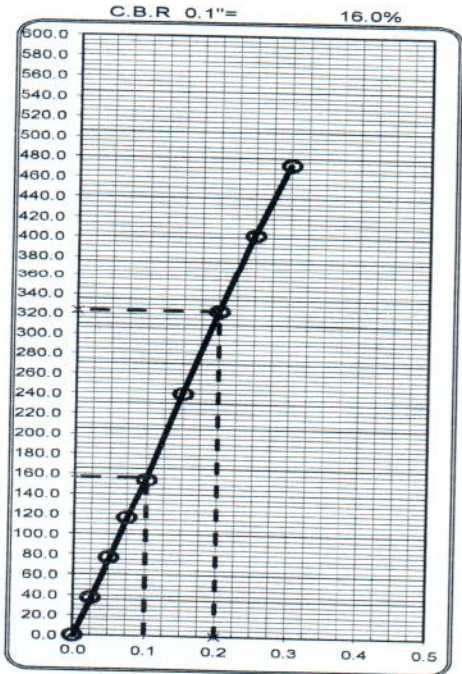
**FECHA** 15/02/2024



C.B.R. 0.1" AL 100%	16.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	11.80%

LEYENDA ----- CURVA A 0.1"

MAX. DENSIDAD SECA	1.99	gr/cm <sup>3</sup>
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	11.10	%



**GEOPOL EIRL**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

César Augusto Barrios Flores  
INGE. CIVIL  
CIP 139702

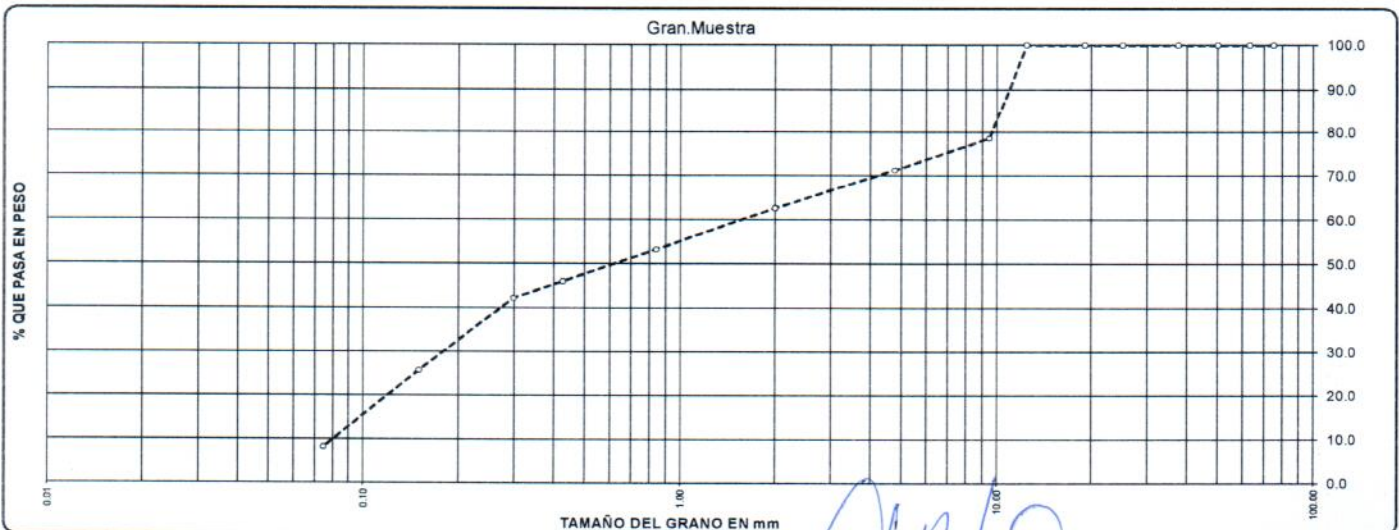
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

**PROYECTO :** TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"  
**SOLICITANTE :** BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACIÓN :** EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA :** MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANERA :** MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA :** C-3  
**ESTRATO :** E-1  
**PROG (Km) :** 0+694  
**PROF (m) :** 0.00 @ 1.5 mts      **LADO EJE**  
**TEC. RESP. :** ----  
**ING. RESP. :** ----  
**FECHA :** 08/02/2024

CLASIFICACION ASTM	TAMICES		Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ASTM								
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso inicial : 1163.0 Grs	
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso fracción : ---- Grs	
		2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Grava : 28.80 %	
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena : 63.03 %	
		1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Fino : 8.2 %	
		3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Total : 100.0 %	
	FINO	1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	W natural : 3.16 %	
		3/8"	9.500	250.0	21.5	21.5	78.5	LIMITES DE CONSISTENCIA	
		No.04	4.750	85.0	7.3	28.8	71.2		L.L. : 19.50 %
		ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	98.0	8.4		37.2
MEDIA	No.20		0.840	109.0	9.4	46.6	53.4		I.P. : NP %
		No.40	0.425	85.0	7.3	53.9	46.1	Cc : 0.26	
No.50		0.297	45.0	3.9	57.8	42.2	Cu : 20.25		
No.100		0.150	192.0	16.5	74.3	25.7	D60 : 1.66		
No.200		0.075	204.0	17.5	91.8	8.2	D30 : 0.19		
	<No.200		95.0	8.2	100.0		D10 : 0.08		

CLASIFICACION : IG 0 SUCS : SP AASHTO : A - 1 - b

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

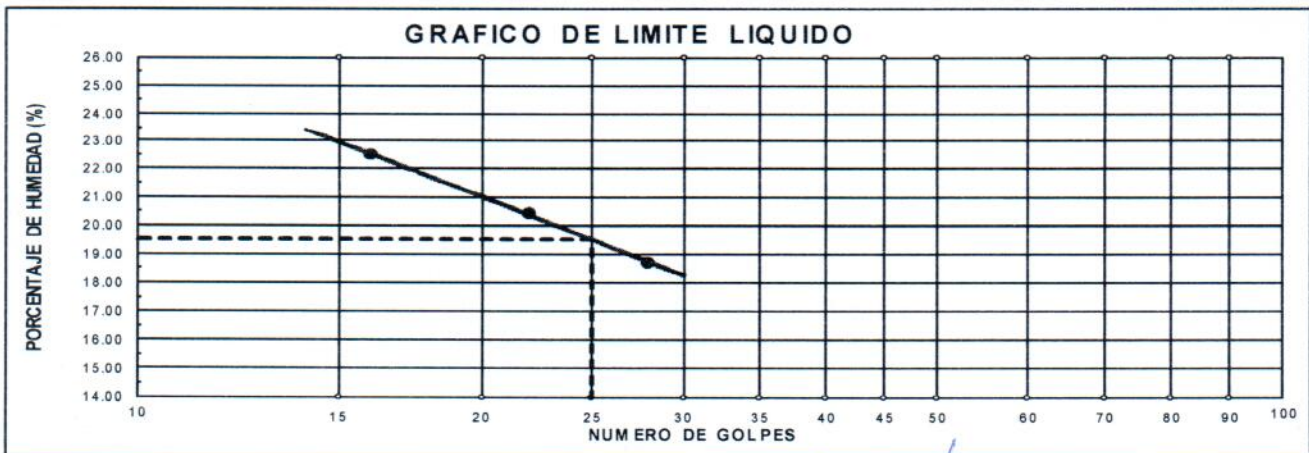
SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
 UBICACION : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-3  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+694  
 PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts

LADO : EJE

TEC. RESP ----  
 ING. RESP ----  
 FECHA 09/02/2024

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO		
01. N° de Golpes		16	22	28
02. Tara N°		F-9	Q-8	A-6
03. Suelo Humedo + Tara	gr	25.80	23.10	21.40
04. Suelo Seco + Tara	gr	22.14	20.15	18.85
05. Peso del Agua	gr	3.66	2.95	2.55
06. Peso del Tarro	gr	5.85	5.67	5.19
07. Peso del Suelo Seco	gr	16.29	14.48	13.66
08. % de Humedad	%	22.50	20.40	18.70

DESCRIPCION		LIMITE PLASTICO	
01. Tara N°			
02. Suelo Humedo + Tara	gr		
03. Suelo Seco + Tara	gr		
04. Peso del Agua	gr		
05. Peso del Tarro	gr		
06. Peso del Suelo Seco	gr		
07. % de Humedad	%		
LIMITE PLASTICO		NP	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
19.50	NP	NP

**GGEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Burris Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702





Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
(Método ASTM D-2216)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

**UBICACIÓN** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE

**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : C-3

**ESTRATO** : E-1

**PROG (Km)** : 0+694

**PROF (m)** : 0.00 @ 1.5 mts

**LADO** : EJE

**TEC. RESP** ----

**ING. RESP.** ----

**FECHA** : 08/02/2024

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL	
	Z-6	V-4
N° de tara		
Peso tara + suelo húmedo	652.0	664.3
Peso tara + suelo seco	632.0	644.0
Peso tara	0.0	0.0
Peso del agua	20.0	20.3
Peso suelo seco	632.0	644.0
Humedad (%)	3.2	3.2
<b>Promedio</b>		<b>3.16</b>

  
**GEOPOL ERL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 199702



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-3  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+694  
PROF (m). : 0.00 @ 1.5 mts  
LADO : EJE

TEC. RESP. ----  
ING. RESP. ----  
FECHA 08/02/2024

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.			
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	300.0		
Peso frasco + H2O	gr.	651.0		
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.	947		
Peso material + H2O en el frasco	gr.	831		
Volúmen de masa + volúmen de vacíos		116.0		
Peso material seco	gr.	294.0		
Volúmen de masa		110.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.534		2.534
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.586		2.586
Peso Especifico aparente (base seca)		2.673		2.673
% Absorción		2.040		2.040

  
GEOPOL S.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
César Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIP 139702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
**UBICACIÓN** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-3  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 0+694  
**PROF (m)** : 0.00 @ 1.5 mts.

**LADO** : EJE

**ING. RESP.** : -----  
**TEC° RESP.** : -----  
**FECHA** : 16/02/2024

ENSAYO N°	1	2	3	4
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>				
Peso Molde+Suelo	5,690	5,820	5,850	5,780
Peso Molde	3,615	3,615	3,615	3,615
Peso Suelo Compactado	2,075	2,205	2,235	2,165
Volumen del Molde	1,017.50	1,017.50	1,017.50	1,017.50
Densidad Humeda	2.040	2.170	2.200	2.130
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	530.00	510.00	545.00	520.00
Suelo Seco + Recipiente	488.00	461.00	485.00	455.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	42.00	49.00	60.00	65.00
Peso de Suelo Seco	488.00	461.00	485.00	455.00
Contenido de Humedad	8.60	10.60	12.40	14.30
Densidad Seca	1.88	1.96	1.96	1.86
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.974		11.50		

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**



## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-3  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 0+694  
PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts.

TEC. RESP. : -----  
ING. RESP. : -----  
FECHA : 16/02/24

LADO EJE


Molde N°		25		1		6	
Capa N°		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.		12780		12410		11590
Peso del molde	gr.		7774		7733		7352
Peso del suelo humec	gr.		5006		4677		4238
Volúmen del molde	cc.		2274		2272		2221
Densidad Humeda	gr./cc		2.2		2.06		1.91
Humedad	%		11.50		11.50		11.50
Densidad seca	gr./cc		1.970		1.850		1.710
Tarro N°			X-8		F-4		V-7
Tarro suelo humedo	gr.		450.0		435.0		510.0
Tarro suelo seco	gr.		403.6		390.1		457.4
Agua	gr.		46.4		44.9		52.6
Peso del Tarro	gr.		0.0		0.0		0.0
Peso del suelo seco	gr.		403.6		390.1		457.4
Humedad	%		11.5		11.5		11.5
Promedio de la humec	%		11.5		11.5		11.5

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION		
					m.m.		%		m.m.		%		m.m.		%
					<b>NO PRESENTA EXPANSION</b>										

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%
30"	0.064	0.025		108.0	108	36.0		85	85	28.0		48.0	48	16.0	
1'	0.127	0.050		210.0	210	70.0		155	155	52.0		101.0	101	34.0	
1' 30"	0.191	0.075		320.0	320	107.0		230	230	77.0		160.0	160	53.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	415.0	415	138.0	14.0	290	290	97.0	10.0	215.0	215	72.0	7.0
3'	0.381	0.150		620.0	620	207.0		450	450	150.0		330.0	330	110.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	820.0	820	273.0	18.0	610	610	203.0	14.0	465.0	465	155.0	10.0
5'	0.635	0.250		997.0	997	332.0		765	765	255.0		590.0	590	197.0	
6'	0.762	0.300		1180.0	1180	393.0		930	930	310.0		722.0	722	241.0	

  
**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

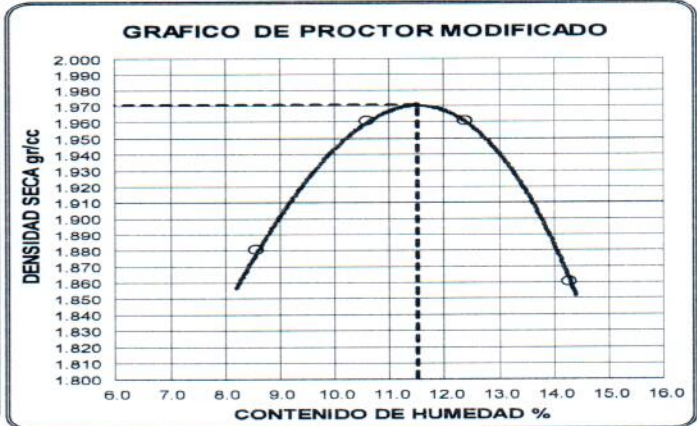
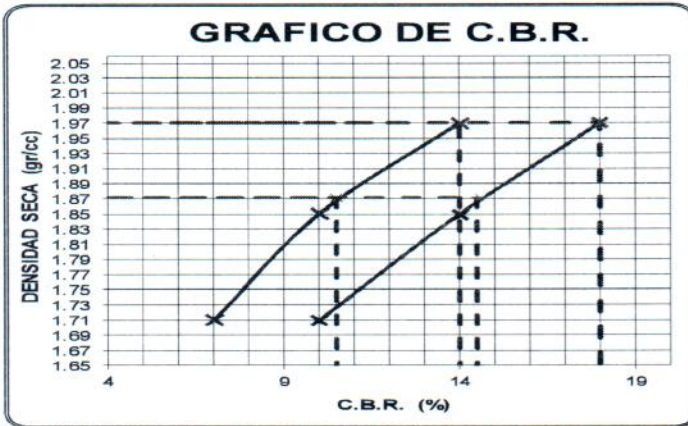
## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
 UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
 MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 CALICATA : C-3  
 ESTRATO : E-1  
 PROG (Km) : 0+694  
 PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts.

LADO : EJE

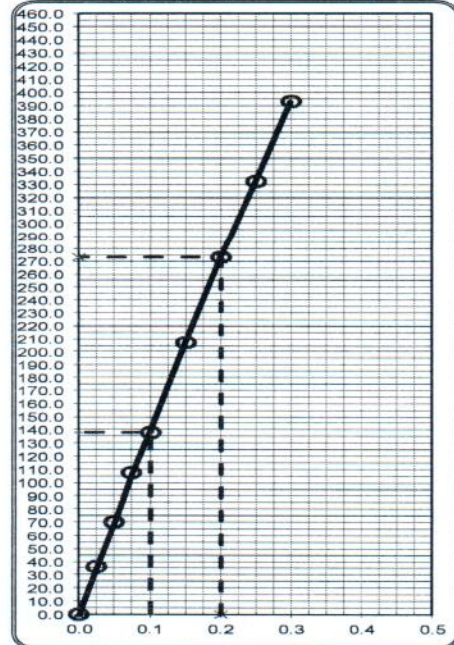
TEC. RESP. -----  
 ING. RESP. -----  
 FECHA 16/02/2024



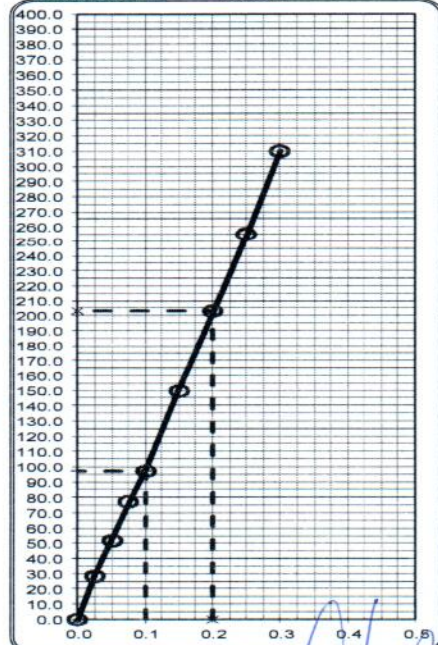
C.B.R. 0.1" AL 100%	14.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	10.50%

MAX. DENSIDAD SECA	1.971 gr/cm3
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	11.50 %

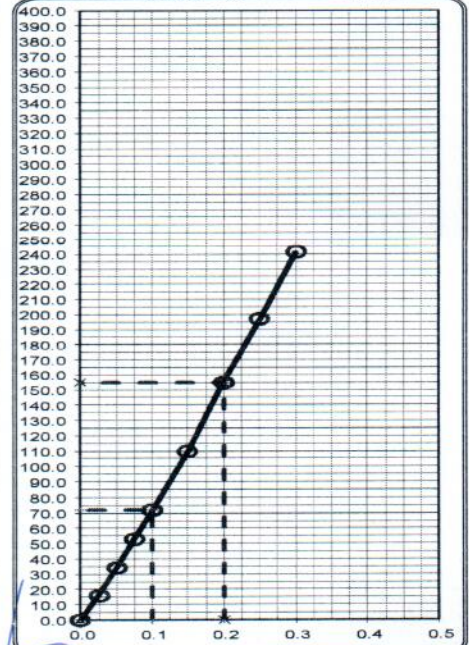
C.B.R. 0.1" = 14.0%



C.B.R. 0.1" = 10.0%



C.B.R. 0.1" = 7.0%



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CANERA : MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA : C-4

ESTRATO : E-1

PROG (Km) : 1+05

PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts

LADO L.DER.

TEC. RESP. : ----

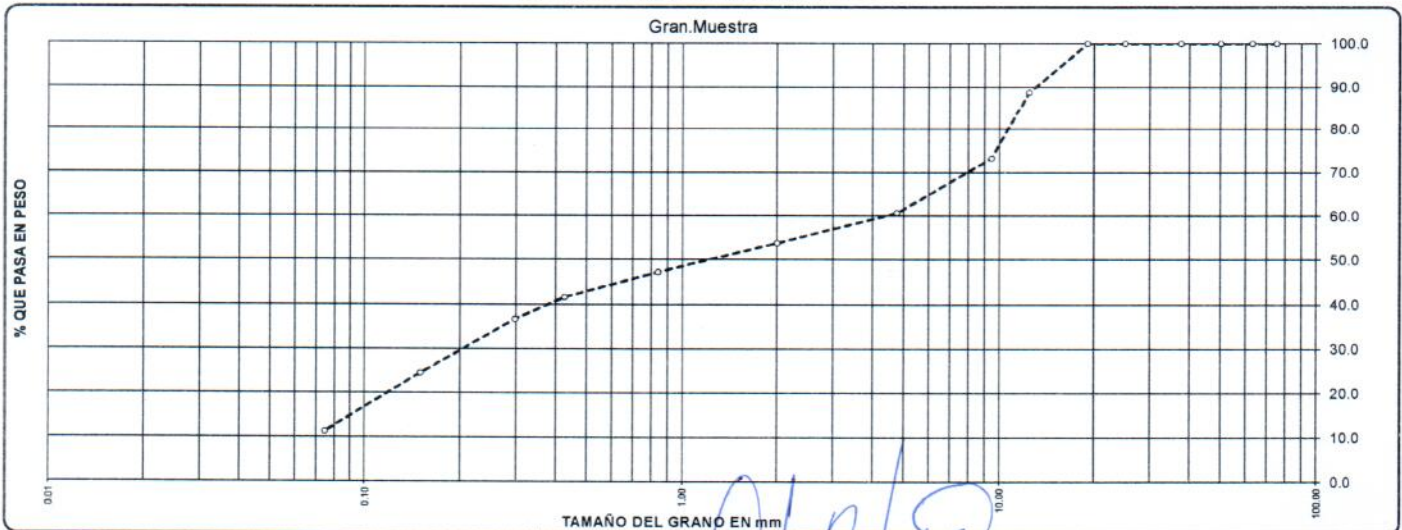
ING. RESP. : ----

FECHA : 09/02/2024

CLASIFICACION ASTM	TAMICES		Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
		ASTM							
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso inicial : 2890.0 Grs	
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso fracción : ---- Grs	
		2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Grava : 39.24 %	
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena : 49.55 %	
		1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Fino : 11.2 %	
		3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Total : 100.0 %	
	FINO	1/2"	12.500	324.0	11.2	11.2	88.8	W natural : 2.72 %	
		3/8"	9.500	450.0	15.6	26.8	73.2	LIMITES DE CONSISTENCIA	
		No.04	4.750	360.0	12.5	39.2	60.8		L.L. : 18.25 %
		ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.10	2.000	203.0	7.0		46.3
MEDIA	No.20		0.840	185.0	6.4	52.7	47.3		I.P. : NP %
	No.40	0.425	169.0	5.8	58.5	41.5	Cc : 0.16		
	No.50	0.297	142.0	4.9	63.4	36.6	Cu : 67.58		
	No.100	0.150	348.0	12.0	75.5	24.5	D60 : 4.46		
	No.200	0.075	385.0	13.3	88.8	11.2	D30 : 0.22		
		<No.200		324.0	11.2	100.0	D10 : 0.07		

CLASIFICACION : IG 0 SUCS : SP AASHTO : A - 1 - b

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



\* OBSERVACION :

**GGEOPOL EIRL.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD

*Cesar Augusto Barrios Flores*  
Cesar Augusto Barrios Flores  
ING. CIVIL  
CIP: 139702

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

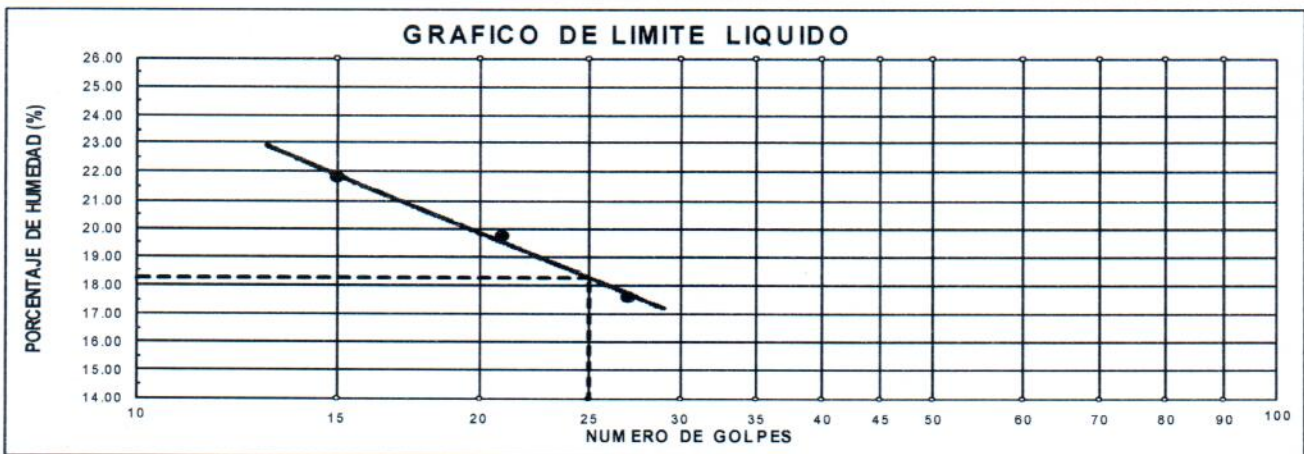
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
**UBICACION** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-4  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 1+05  
**PROF (m)** : 0.00 @ 1.5 mts

**LADO** : L.DER.

**TEC. RESP** : ----  
**ING. RESP** : ----  
**FECHA** : 10/02/2024

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO		
01. N° de Golpes	15	21	27
02. Tara N°	V-5	G-60	J-21
03. Suelo Humedo + Tara gr	23.60	22.50	19.80
04. Suelo Seco + Tara gr	20.38	19.70	17.63
05. Peso del Agua gr	3.22	2.80	2.17
06. Peso del Tarro gr	5.62	5.47	5.31
07. Peso del Suelo Seco gr	14.76	14.23	12.32
08. % de Humedad %	21.80	19.70	17.60

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO
01. Tara N°	
02. Suelo Humedo + Tara gr	
03. Suelo Seco + Tara gr	
04. Peso del Agua gr	
05. Peso del Tarro gr	
06. Peso del Suelo Seco gr	
07. % de Humedad %	
LIMITE PLASTICO	NP



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
18.25	NP	NP

**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Cesar Augusto Barrios Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139702



Laboratorio de Mecánica de Suelos,  
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (Método ASTM D-2216)

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

**UBICACIÓN** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE

**CANTERA** : MATERIAL DE SUBRASANTE

**CALICATA** : C-4

**ESTRATO** : E-1

**PROG (Km)** : 1+05

**PROF (m)** : 0.00 @ 1.5 mts

**TEC. RESP** ----

**ING. RESP.** ----

**LADO** : L.DER.

**FECHA** : 09/02/2024

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL	
	X-2	F-7
N° de tara	X-2	F-7
Peso tara + suelo húmedo	453.0	465.3
Peso tara + suelo seco	441.0	453.0
Peso tara	0.0	0.0
Peso del agua	12.0	12.3
Peso suelo seco	441.0	453.0
Humedad (%)	2.7	2.7
<b>Promedio</b>	<b>2.72</b>	

  
**GEOPOL S.A.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
**Cesar Augusto Barrios Flores**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 139702



## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

OBRA : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CANTERA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-4  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 1+05  
PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts  
LADO : L.DER.

TEC. RESP. ----  
ING. RESP. ----  
FECHA 09/02/2024

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (Método ASTM C-128 , C - 127)

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO		
	N° DE MUESTRA		
	01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) gr.	1,221.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua) gr.	750.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos	471.0		
Peso material seco gr.	1,196.0		
Volúmen de masa	446.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)	2.54		2.54
Peso Especifico Bulk (base saturada)	2.59		2.59
Peso Especifico aparente (base seca)	2.68		2.68
% Absorción	2.09		2.09

DESCRIPCION	AGREGADO FINO		
	N° DE MUESTRA		
	1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) gr.	300.0		
Peso frasco + H2O gr.	651.0		
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca gr.	947		
Peso material + H2O en el frasco gr.	831		
Volúmen de masa + volúmen de vacíos	116.0		
Peso material seco gr.	294.0		
Volúmen de masa	110.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)	2.534		2.534
Peso Especifico Bulk (base saturada)	2.586		2.586
Peso Especifico aparente (base seca)	2.673		2.673
% Absorción	2.040		2.040

  
GEOPOL ERL.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
Cesar Augusto Barrios Flores  
INGENIERO CIVIL  
CIPA 39702

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

**PROYECTO** : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

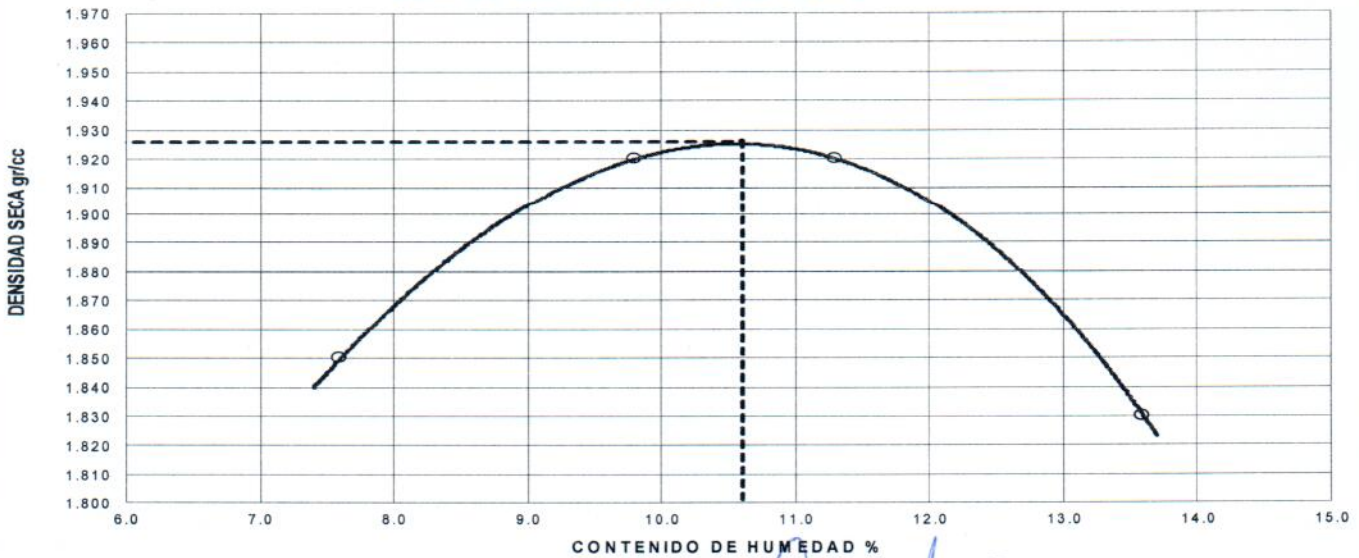
**SOLICITANTE** : BACH. KATIA POMACOSIMANSILLA  
**UBICACIÓN** : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
**MUESTRA** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CANtera** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**CALICATA** : C-4  
**ESTRATO** : E-1  
**PROG (Km)** : 1+05  
**PROF (m)** : 0.00 @ 1.5 mts.

**LADO** : L.DER.

**ING. RESP.** : -----  
**TEC° RESP.** : -----  
**FECHA** : 16/02/2024

ENSAYO N°	1	2	3	4
<b>DETERMINACION DE DENSIDAD</b>				
Peso Molde+Suelo	5,640	5,760	5,790	5,730
Peso Molde	3,615	3,615	3,615	3,615
Peso Suelo Compactado	2,025	2,145	2,175	2,115
Volumen del Molde	1,017.50	1,017.50	1,017.50	1,017.50
Densidad Humeda	1.990	2.110	2.140	2.080
<b>DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	508.00	514.00	532.00	510.00
Suelo Seco + Recipiente	472.00	468.00	478.00	449.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	36.00	46.00	54.00	61.00
Peso de Suelo Seco	472.00	468.00	478.00	449.00
Contenido de Humedad	7.60	9.80	11.30	13.60
Densidad Seca	1.85	1.92	1.92	1.83
<b>MAX. DENSIDAD SECA</b>		<b>CONT. OPTIMO DE HUMEDAD</b>		
1.926 gr/cm <sup>3</sup>		10.60 %		

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**




**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Estroos Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 139702

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE : BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA  
UBICACIÓN : EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA  
MUESTRA : MATERIAL DE SUBRASANTE  
CALICATA : C-4  
ESTRATO : E-1  
PROG (Km) : 1+05  
PROF (m) : 0.00 @ 1.5 mts.

TEC. RESP. -----  
ING. RESP. -----  
FECHA 16/02/24

LADO L.DER.

Molde N°		25		1		6
Capa N°		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo	gr.		12650		12305	11560
Peso del molde	gr.		7774		7733	7352
Peso del suelo humec	gr.		4876		4572	4208
Volúmen del molde	cc.		2274		2272	2221
Densidad Humeda	gr./cc		2.14		2.01	1.89
Humedad	%		10.60		10.60	10.60
Densidad seca	gr./cc		1.930		1.820	1.710
Tarro N°			X-8		F-4	V-7
Tarro suelo humedo	gr.		529.0		518.0	534.0
Tarro suelo seco	gr.		478.3		468.4	482.8
Agua	gr.		50.7		49.6	51.2
Peso del Tarro	gr.		0.0		0.0	0.0
Peso del suelo seco	gr.		478.3		468.4	482.8
Humedad	%		10.6		10.6	10.6
Promedio de la humer	%		10.6		10.6	10.6

### ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL		EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%	m.m.	%		m.m.	%			
<b>NO PRESENTA EXPANSION</b>													

### PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg <sup>3</sup>	%
30"	0.064	0.025		145.0	145	48.0		98	98	33.0		62.0	62	21.0	
1'	0.127	0.050		270.0	270	90.0		204	204	68.0		139.0	139	46.0	
1' 30"	0.191	0.075		395.0	395	132.0		305	305	102.0		215.0	215	72.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	520.0	520	173.0	17.0	395	395	132.0	13.0	310.0	310	103.0	10.0
3'	0.381	0.150		805.0	805	268.0		620	620	207.0		485.0	485	162.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1050.0	1050	350.0	23.0	860	860	287.0	19.0	690.0	690	230.0	15.0
5'	0.635	0.250		1340.0	1340	447.0		1080	1080	360.0		870.0	870	290.0	
6'	0.762	0.300		1580.0	1580	527.0		1290	1290	430.0		1050.0	1050	350.0	

  
**GEOPOL EIRL.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 César Augusto Ballesteros Flores  
 INGE. CIVIL  
 CIP 139102

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

PROYECTO

: TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN PARA MEJORAR EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE ILO-2023"

SOLICITANTE

: BACH. KATIA POMACOSI MANSILLA

UBICACIÓN

: EL ALGARROBAL - ILO - MOQUEGUA

MUESTRA

: MATERIAL DE SUBRASANTE

CALICATA

: C-4

ESTRATO

: E-1

PROG (Km)

: 1+05

PROF (m).

: 0.00 @ 1.5 mts.

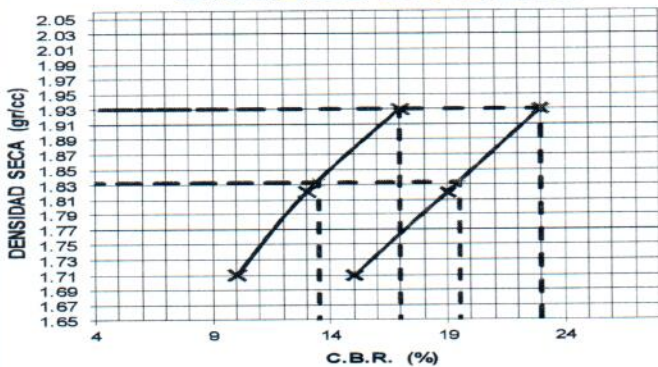
LADO : L.DER.

TEC. RESP. -----

ING. RESP. -----

FECHA 16/02/2024

GRAFICO DE C.B.R.

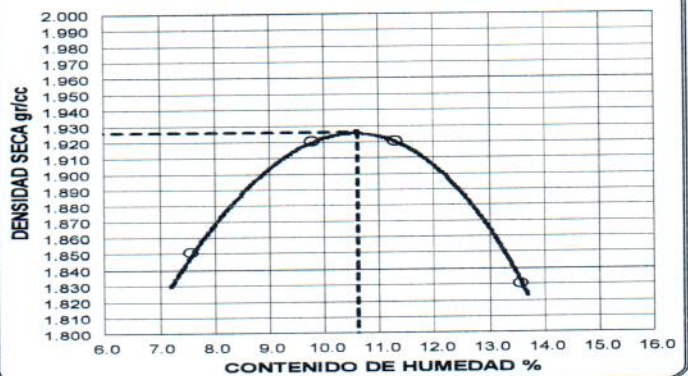


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100%	17.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	13.50%

LEYENDA --- CURVA A 0.1"

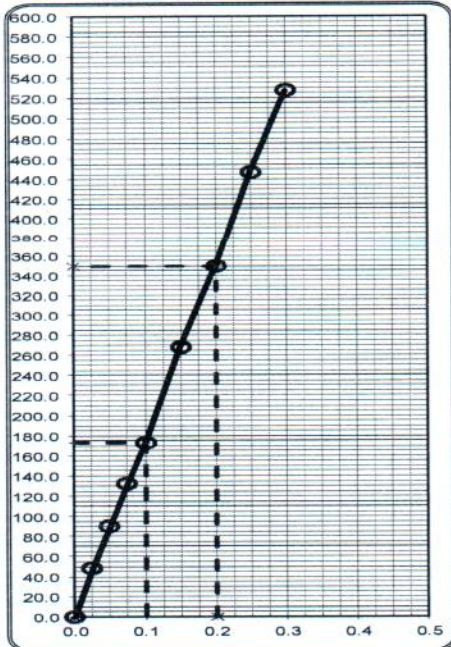
GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



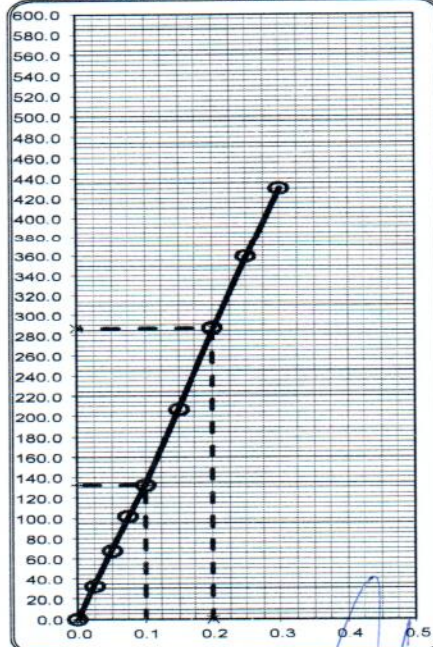
PARAMETROS DE PROCTOR MODIFICADO

MAX. DENSIDAD SECA	1.926	gr/cm <sup>3</sup>
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	10.60	%

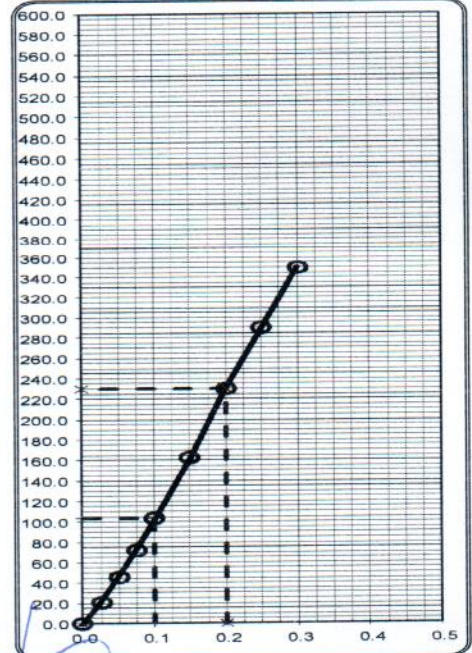
C.B.R. 0.1"= 17.0%



C.B.R. 0.1"= 13.0%



C.B.R. 0.1"= 10.0%



# **CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**

PARA LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS SE ADJUNTA LOS CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE  
LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-076-2023

Pág. 1 de 3

Laboratorio de Masa

Expediente

2002

Solicitante

GEOPOL E.I.R.L

Dirección

CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA

Instrumento de Medición

BALANZA NO AUTOMATICA

Marca (o Fabricante)

OHAUS

Modelo

R31P30

Numero de Serie

8336420644

Procedencia

USA

Tipo

Electronica

Identificación

No indica

Alcance de Indicación

0 gr a 30000 gr

Division de escala (d) o resolución

1 gr

Div.verifc. De escala ( e )

10 gr

Capacidad Minima

20 gr

Clase de exactitud

III

Lugar de Calibracion

LABORATORIO DEL SOLICITANTE.

Fecha de Calibración

2023-07-04

La calibracion se realizo según el metodo descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibracion de Balanzas de Funcionamiento no Automatico Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edicion tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

0499-MPES-C-2022 , 0497-MPES-C-2022, 0045-MPES-C-2022, 0046-MPES-C-2022,

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

2023-07-04





### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-076-2023

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

#### Resultados de Medicion

#### INSPECCION VISUAL

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Mediccion N°	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
2	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
3	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
4	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
5	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
6	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
7	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
8	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
9	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
10	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4

Carga (gr)	Emax-Emin (gr)	e.m.p (gr)
15000	0.000	20
30000	0.100	30

2	5
1	
3	4

#### Ensayo de Excentricidad

Posicion de las Cargas

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Pocision de la Carga	Carga min (g)	Carga			I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p ± gr
		I (g)	ΔL (g)	E (g)					
1	10	10000	0.3	4.7	10000	0.5	3.5	-1.2	20
2	10	10000	0.3	4.7	10000	0.4	3.6	-1.1	20
3	10	10000	0.2	4.8	10000	0.4	3.6	-1.2	20
4	10	10000	0.2	4.8	10000	0.3	4.7	-0.1	20
5	10	10000	0.2	4.8	10000	0.4	4.6	-0.2	20



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-076-2023**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	20.4 °C	Final	20.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p	
									±	g
Eo	10	0.4	4.6							
20	20	0.4	4.6	0.0	20	0.3	4.7	0.1		10
500	500	0.3	4.7	0.1	500	0.3	4.7	0.1		10
1000	1000	0.3	4.7	0.1	1000	0.4	4.6	0.0		10
5000	5001	0.4	4.6	0.0	5001	0.3	4.7	0.1		10
8000	8001	0.4	4.6	0.0	8001	0.4	4.6	0.0		20
10000	10001	0.5	4.5	-0.1	10001	0.4	4.6	0.0		20
15000	15001	0.5	4.5	-0.1	15001	0.5	4.5	-0.1		20
20000	20001	0.5	4.5	-0.1	20001	0.5	3.5	-1.1		20
25000	25001	0.5	3.5	-1.1	25001	0.6	3.4	-1.2		30
30000	30001	0.6	3.4	-1.2	30001	0.6	3.4	-1.2		30

**Leyenda:**  
 L: Carga aplicada a la balanza.  
 I: Indicaciones de la balanza.  
 ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado  
 E<sub>o</sub>: Error en cero  
 E<sub>c</sub>: Error corregido



**Incertidumbre expandida de medicion**

$$U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.000000100932} \times R^2$$

**Lectura corregida**

R CORREGIDA

$$= 0.000239780 \times R$$

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO". La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicandola incertidumbre estandar de la medicion por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%

- (\*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.
- (\*\*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.
- (\*\*\*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

Fin del documento





### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMT-043-2023

Pág. 1 de 3

Laboratorio de Temperatura

Expediente

2001

Solicitante

GEOPOL E.I.R.L

Dirección

CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA

Equipo

ESTUFA (HORNO)

Marca (o Fabricante)

ORION

Modelo

NO INDICA

Numero de Serie

NO INDICA

Procedencia

NO INDICA

Identificación

K21-56

Instrumento de Medición

Termometro con Indicación Digital

Marca/ Modelo

THOLZ

Alcance de Indicación

50 °C a 250 °C

Div. de escala (Resoluc)

1 °C

Identificación

No indica

Selector

Digital

Marca/ Modelo

NO INDICA

Alcance de Indicación

50 °C a 250 °C

Div. de escala (Resoluc)

1.0 °C

Lugar de Calibracion

INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

Fecha de Calibración

4/07/2023

Metodo de Calibración

La calibración se realizo por comparación segun el PC - 18, 2da.Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostatico".

Trazabilidad

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

0083-TPES-C-2022

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental

: Inicial 20.8 °C

Humedad Relativa ambiental

: Inicial 68 HR %

Final 20.8 °C

Final 68 HR %

Sello

Fecha de emisión

2023-07-04

Jefe del laboratorio de calibración





CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20604149721

Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú

Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 954 187 027

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)

[metrologia@calibracionesperu.pe](mailto:metrologia@calibracionesperu.pe)

[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMT-043-2023

Laboratorio de Temperatura

Pág. 2 de 3

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	T.ind(°C) (Termómetro del equipo)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T.prom °C	Tmax-Tmin C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	3.0
2	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	4.5
4	110.0	110.0	109.2	110.0	110.3	110.0	110.1	110.6	109.0	109.5	109.8	109.9	2.0
6	110.0	110.6	109.0	109.8	110.0	110.0	110.0	109.9	109.9	109.9	110.0	109.9	3.4
8	110.0	110.0	109.5	110.2	109.0	110.1	110.2	109.0	110.2	110.2	109.1	109.8	3.4
10	110.0	110.6	109.5	110.6	110.6	109.9	109.5	110.3	109.8	109.9	110.0	109.8	2.3
12	110.0	110.5	109.0	110.4	109.9	110.0	110.2	111.6	110.9	110.8	110.5	110.4	3.2
14	110.0	109.5	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.4
16	110.0	110.0	109.9	109.0	109.0	109.9	109.8	109.2	110.0	110.5	110.0	109.7	3.7
18	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	4.3
20	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	3.6
22	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	110.1	3.4
24	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	2.2
26	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.4
28	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.0
30	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.8	3.8
32	110.0	110.2	110.6	110.3	109.9	109.9	110.7	109.9	110.1	109.7	109.8	110.1	3.7
34	110.0	109.9	109.8	111.0	110.1	109.9	109.9	110.0	110.0	110.0	110.2	110.1	3.7
36	110.0	109.9	109.9	110.0	109.9	109.8	109.8	109.9	110.2	109.9	110.0	110.0	3.7
38	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.2	3.5
40	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.8
42	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.6
44	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	109.9	3.6
46	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	3.7
48	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.0
50	110.0	105.3	110.2	109.3	109.7	108.5	110.2	110.1	109.7	107.2	109.0	109.5	3.4
52	110.0	110.0	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.6
54	111.0	110.0	111.6	109.0	109.0	112.9	114.8	111.2	110.0	110.5	110.0	109.0	3.6
56	110.0	109.5	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	110.0	2.9
58	110.0	109.5	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	109.9	2.6
60	110.0	109.5	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.7
T.PRON	110.0	109.5	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2	110.3	
T.MAX	110.0	109.2	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2		
T.MIN	110.0	110.2	109.4	110.1	110.0	110.2	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1		
DJT	0.0	3.6	4.5	3.0	3.6	3.7	3.7	3.1	3.9	3.6	3.7		



Parametro	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura Medida	111.0	0.5
Mínima Temperatura Medida	109.9	0.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4.5	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.4	0.2
Estabilidad Medida ( ± )	0.2	0.1
Uniformidad Medida	4.5	0.1



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMT-043-2023

Laboratorio de Temperatura

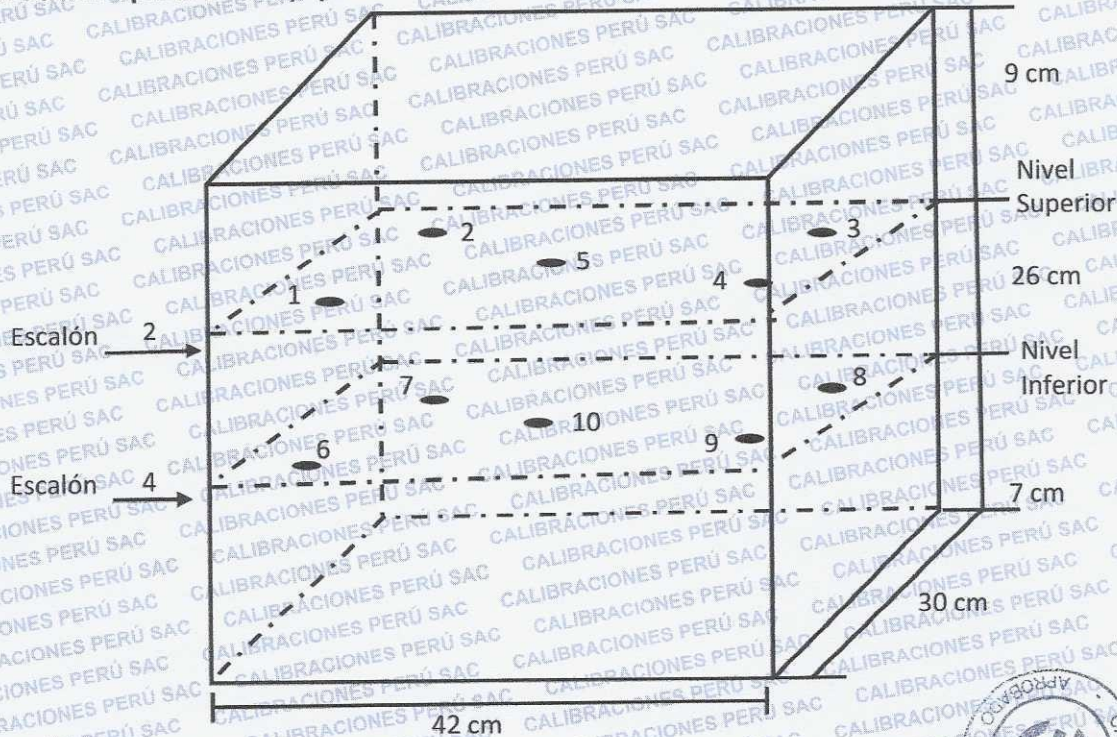
Pág. 3 de 3

- T.PROM : Promedio de la temperatura una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.PROM : Promediode las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MAX : Temperatura Máxima.
- T.MIN : Temperatura Mínima.
- DTT : desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dad por la diferencia entre máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su " desviación de temperatura en el espacio" esta dad por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

#### Distribución de termopares en el equipo



- Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos parrillas.
- Los termopares 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.
- Los termopares 6 al 10 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla inferior.
- Los termopares 1 y 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4.5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.
- Los escalones indican las posiciones de las parrillas.

#### Observaciones:

- \* Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- \*La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  para una distribución normal de aproximadamente 95%.

Fin del documento





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMP-054-2023**

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-04

EXPEDIENTE : 2006

**1. SOLICITANTE** : **GEOPOL E.I.R.L.**

**DIRECCION** : **CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA - MOQUEGUA**

**2. INSTRUMENTO DE MEDICION: MANOMETRO DETERMINADOR DE HUMEDAD - SPEEDY**

**DATOS DE LA BOTELLA**

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Capacidad : 20 g

**DATOS DEL MANÓMETRO**

Marca : NO INDICA

Modelo/Serie : 120271393

Alcance de Indicación : 0 a 20 porcentaje de humedad

División Mínima : 0,2 porcentaje de humedad

Tipo : ANALOGO

**3 FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**

Calibrado el 4/07/2023 en el Laboratorio de Solicitante

**4 METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa según el PC - 004, 2da Ed., " Procedimiento de Calibración de Manómetro , Manovacuómetros de Deformación Elástica" del SNM-INDECOPI.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de CALIBRACIONES PERU S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin firma y sello de CALIBRACIONES PERU S.A.C.

Roberto Quinto C.  
Servicio Metrologico



### 5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen a los patrones nacionales de METROIL, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

### 6. PATRONES UTILIZADOS: 1AP-3688-2022

### 7. CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura ambiental : Inicial: 20.4 °C Final: 20.4 °C  
Humedad Relativa ambiental : Inicial: 71 HR% Final: 71 HR%

### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación Manómetro a Calibrar	Indicaciones Manómetro Patron		Error de Indicación		de Histeresis
	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso	
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
2,0	2,2	2,1	0,2	0,1	0,0
4,0	4,1	4,0	0,1	0,0	0,2
6,0	6,1	6,0	0,1	0,0	0,4
8,0	8,3	8,4	0,3	0,4	0,1
10,0	10,2	10,3	0,5	0,5	0,5
12,0	12,1	12,1	0,1	0,1	0,1
14,0	13,9	14,1	-0,1	0,1	0,1
16,0	15,9	16,0	-0,1	0,1	0,2
18,0	17,6	18,0	-0,4	0,0	0,1
20,0	19,5	19,5	-0,5	0,0	0,0

Máximo Error Absoluto de Indicación	0.5 %
Máximo Error Absoluto de Histeresis	0.5 %
Incertidumbre de Medición	0.5 %

### 9. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".  
La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95 %.



Fin del documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMM-072-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 2001

Solicitante GEOPOL E.I.R.L

Dirección CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA

Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA

Marca (o Fabricante)

Modelo WT60001NF

Numero de Serie 120904198

Procedencia CHINA

Tipo Electronica

Identificacion No indica

Alcance de Indicacion 0 gr a 6000 gr

Division de escala (d) o resolucion 0.1 gr

Div.verif. De escala ( e ) 1 gr (\*)

Capacidad Minima 2 gr (\*\*)

Clase de exactitud III

Lugar de Calibracion Laboratorio de Solicitante

Fecha de Calibración 2023-07-04

La calibracion se realizo según el metodo descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibracion de

Balanzas de Funcionamiento no Automatico Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edicion tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de METROIL ,en

concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

0499-MPES-C-2022 , 0497-MPES-C-2022, 0045-MPES-C-2022

Sello

Fecha de emisión

2023-07-04

Jefe del laboratorio de calibración

ROBERTO QUINTO C.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20604149721

Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú

Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 954 187 027

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-072-2022**

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medicion**

**INSPECCION VISUAL**

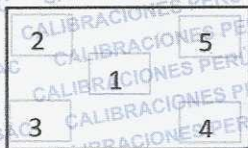
AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 3000 g			Carga L2= 6000 g		
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)
1	3000.0	0.04	0.46	6000.0	0.05	0.45
2	3000.0	0.05	0.45	6000.0	0.06	0.44
3	3000.0	0.05	0.45	6000.0	0.06	0.44
4	3000.0	0.05	0.45	6000.0	0.06	0.44
5	3000.0	0.05	0.46	6000.0	0.05	0.45
6	3000.0	0.04	0.46	6000.0	0.05	0.45
7	3000.0	0.04	0.46	6000.0	0.06	0.44
8	3000.0	0.05	0.45	6000.0	0.05	0.45
9	3000.0	0.05	0.45	6000.0	0.05	0.45
10	3000.0	0.04	0.46	6000.0	0.05	0.45

Carga (gr)	E <sub>max</sub> -E <sub>min</sub> (gr)	e.m.p (gr)
3000	0.010	3
6000	0.010	3



**Ensayo de Excentricidad**

Posicion de las Cargas

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------



Poscion de la Carga	Carga min			Carga			e.m.p ± gr
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)	
1	1.0	0.05	0.45	2000.0	0.05	0.45	0.00
2	1.0	0.06	0.44	2000.0	0.04	0.46	0.02
3	1.0	0.06	0.44	2000.0	0.04	0.46	0.02
4	1.0	0.05	0.45	2000.0	0.05	0.45	0.00
5	1.0	0.05	0.45	2000.0	0.04	0.46	0.01



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-072-2022

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

#### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	20.1	°C	Final	20.1	°C
-------------	---------	------	----	-------	------	----

Carga	e.m.p									
	L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
Eo	1	1.0	0.04	0.46						± g
2	2.0	0.05	0.45	-0.01	2.0	0.04	0.46	0.00	1	
10	10.0	0.05	0.45	-0.01	10.0	0.04	0.46	0.00	1	
100	100.0	0.05	0.45	-0.01	100.0	0.05	0.45	-0.01	1	
500	500.0	0.05	0.45	-0.01	500.0	0.05	0.45	-0.01	1	
1000	1000.0	0.06	0.44	-0.02	1000.0	0.05	0.45	-0.01	2	
1500	1500.0	0.06	0.44	-0.02	1500.0	0.06	0.44	-0.02	2	
2000	2000.0	0.06	0.44	-0.02	2000.0	0.06	0.44	-0.02	2	
3000	3000.0	0.05	0.45	-0.01	3000.0	0.05	0.45	-0.01	3	
5000	5000.0	0.06	0.44	-0.02	5000.0	0.05	0.45	-0.01	3	
6000	6000.0	0.06	0.44	-0.02	6000.0	0.06	0.44	-0.02	3	

Legenda:

L: Carga aplicada a la balanza.

E: Error encontrado

l: Indicaciones de la balanza.

E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga adicional.

E<sub>c</sub>: Error corregido

#### Incertidumbre expandida de medicion

$$U = 2 \times \sqrt{0.00169 + 0.00000000918 R^2}$$

#### Lectura corregida

R<sub>CORREGIDA</sub>

$$= R + 0.000042959 R$$

#### Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO". La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.

(\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

Fin del documento





### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-075-2023

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente** 154  
**Solicitante** GEOPOL E.I.R.L.  
**Dirección** CALLE TAHUANTINSUYO V-1 SAMEGUA-MOQUEGUA

**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión  
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Equipo Calibrado** PRENSA DE MARSHALL CBR (DIGITAL)  
**Alcance de Indicación** 5000 KGF

**Marca (o Fabricante)** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** VC146233  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** NO INDICA  
**Indicador de Lectura** DIGITAL  
Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

**Marca (o Fabricante)** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** VC146233  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** NO INDICA  
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

**Alcance de Indicación** 0 KGF A 5000 KGF  
**Resolución** 0.1 KGF  
Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Transductor de Fuerza** NO INDICA  
**Alcance de Indicación** 5.0T  
**Marca (o Fabricante)** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** VC146233

**Fecha de Calibración** 2023-07-04

**Lugar de Calibración** INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

**Sello**  
**Fecha de emisión** 2023-07-04

**Jefe del laboratorio de calibración**  
  
ROBERTO QUINTO, C.  




### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-065-2022

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

#### Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

#### Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú

Con Certificado N° INF - LE 111-22B

#### Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	KGF	KGF	KGF	KGF	KGF	a(%)	b(%)	U(%)
10	500	502.0	502.0	502.0	502.0	-0.4	0.0	0.37
20	1000	1005.0	1005.0	1005.0	1005.0	-0.5	0.0	0.28
30	1500	1497.0	1497.0	1497.0	1497.0	0.2	0.0	0.26
40	2000	1997.0	1997.0	1997.0	1997.0	0.2	0.0	0.25
50	2500	2500.0	2500.0	2500.0	2500.0	0.0	0.0	0.25
60	3000	3004.0	3004.0	3004.0	3004.0	-0.1	0.0	0.24
70	3500	3503.0	3503.0	3503.0	3503.0	-0.1	0.0	0.24
80	4000	4003.0	4003.0	4003.0	4003.0	-0.1	0.0	0.24
90	4500	4504.0	4504.0	4504.0	4504.0	-0.1	0.0	0.24
100	5000	5004.0	5004.0	5004.0	5004.0	-0.1	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

#### Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

#### Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

#### Fin del documento

