

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro
Viacrucis para afirmado de carreteras, San Jacinto - Tumbes - 2025**

TESIS:

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola

Autor:

Br. Jorge Rodrigo Farias Purizaga

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro
Viacrucis para afirmado de carreteras, San Jacinto - Tumbes - 2025**

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Alburqueque Viera Francisco (presidente)

Código: 0000-0002-7468-5386

MSc. Ing. Felix Alcoser Torres (accesitario - secretario)

Código: 0000-0001-9929-4763

Dr. Carrillo Sarango José Modesto (vocal)

Código: 0000-000-0841-3064

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro
Viacrucis para afirmado de carreteras, San Jacinto - Tumbes - 2025**

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y
forma:

Jorge Rodrigo Farias Purizaga

(Autor)

Dr. José Modesto Carrillo Sarango

(Asesor) Código: 0000-000-0841-3064

Tumbes, 2026



"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los Veinticuatro días del mes de Abril del dos mil veintiséis, siendo las Diez horas con Diez minutos, en el Campus Universitario, de la Facultad de Ciencias Agrarias en el aula 2, del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de forma, se reunieron el Jurados Calificador designados por RESOLUCIÓN N°202-2025/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, de fecha 25 de agosto del 2025, Dr. Francisco Alburquerque Viera (Presidente); Dr. Eber Gines Tafur (secretario); Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Vocal) y el MSc. Ing. Felix Alcoser Torres (Accesitario); reconociendo en la misma resolución, al Dr. José Modesto Carrillo Sarango como (Asesor), se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: "Caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro viacrucis para afirmado de carreteras, San Jacinto, Tumbes - 2025", presentado por el Br. Farias Purizaga Jorge Rodrigo, Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declaró Aprobada por Unánimidad, con el calificativo Muy Bueno. Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar observaciones finales echas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda Apt para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrícola, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las Once horas con Diez minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 24 de Abril del año 2026

| | |
|--|---|
| <p>Dr. Francisco Alburquerque Viera DNI N° <u>03603572</u> CODIGO ORCID: <u>[Signature]</u> Presidente</p> | <p>MSc Ing. Felix Alcoser Torres DNI N° <u>020210367</u> CODIGO ORCID: <u>0000-0001-7989-4163</u> Accesitario - Secretario</p> |
| <p>Dr. José Modesto Carrillo Sarango DNI N°: <u>00223850</u> CODIGO ORCID: <u>0016-0003-0341-3004</u> Vocal</p> | |

Por razones personales el Dr. Eber Gines Tafur, no asistirá a la sustentación de tesis, donde el MSc. Ing. Felix Alcoser Torres, Accesitario asume la responsabilidad en la sustentación como Secretario

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO- Decanato- Archivo

Jorge Rodrigo Farias Purizaga

Caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro Viacrucis para afirmado de carreteras, San Jacinto - Tumbes - ...

 Caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro Viacrucis para afirmado de carreteras, San Jacinto - Tumbes - 2025

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trrcoid::3117-584587671

Fecha de entrega

29 abr 2026, 12:43 GMT-5

Fecha de descarga

5 may 2026, 12:02 GMT-5

Nombre del archivo

TESIS-RODRIGO FARIAS PURIZAGA FINAL 2026...docx

Tamaño del archivo

51.5 MB

140 páginas

14.099 palabras

81.088 caracteres



Dr. José Modesto Carrillo Sarango
Docente - Asesor
Código ORCID: 0000-0003-0841-3064




11% Similitud general


El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
 - 3%  Publicaciones
 - 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)
-


Dr. José Modesto Carrillo Sarango
Docente - Asesor
Código ORCID: 0000-0003-0841-3064


Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

| | | | |
|----|-------------------------|--|-----|
| 1 | Internet | extwprlegs1.fao.org | 3% |
| 2 | Internet | www.clubensayos.com | 1% |
| 3 | Internet | intranet2.minem.gob.pe | <1% |
| 4 | Internet | repositorio.unc.edu.pe | <1% |
| 5 | Trabajos del estudiante | Universidad Nacional de Tumbes on 2019-06-28 | <1% |
| 6 | Internet | cdn.www.gob.pe | <1% |
| 7 | Trabajos del estudiante | uncedu on 2025-01-14 | <1% |
| 8 | Internet | vsip.info | <1% |
| 9 | Internet | www.coursehero.com | <1% |
| 10 | Internet | repositorio.untumbes.edu.pe | <1% |
| 11 | Internet | hdl.handle.net | <1% |




Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

| | | | |
|----|-------------------------|---|-----|
| 12 | Publicación | INGENIEROS INNOVADORES PROYECTISTAS AMBIENTALES E.L.R.L. "EIA-SD para la... | <1% |
| 13 | Internet | docplayer.es | <1% |
| 14 | Internet | pdfcoffee.com | <1% |
| 15 | Trabajos del estudiante | Universidad Nacional de Cajamarca on 2026-02-10 | <1% |
| 16 | Internet | idoc.pub | <1% |
| 17 | Publicación | APS Ingenieros S.A.C. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del DAP de su ... | <1% |
| 18 | Publicación | GRUPO SACRAMENTO VASQUEZ SANCHEZ INGENIEROS S.A.C. - GRUPO SVS INGENI... | <1% |
| 19 | Internet | repositorio.unica.edu.pe | <1% |
| 20 | Trabajos del estudiante | Universidad Privada Antenor Orrego 2025 on 2025-10-09 | <1% |
| 21 | Publicación | WSP PERU S.A.. "Quinto ITS de la MEIA del Proyecto Explotación y Beneficio Inmac... | <1% |
| 22 | Internet | repositorio.udh.edu.pe | <1% |
| 23 | Trabajos del estudiante | Universidad Nacional de Tumbes on 2025-10-19 | <1% |
| 24 | Internet | repositorio.utea.edu.pe | <1% |
| 25 | Trabajos del estudiante | uncedu on 2025-08-17 | <1% |


 Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

| | | | |
|----|-------------------------|--|-----|
| 26 | Trabajos del estudiante | Universidad Nacional de Tumbes on 2025-07-20 | <1% |
| 27 | Trabajos del estudiante | Universidad Politécnica del Perú on 2026-03-23 | <1% |
| 28 | Trabajos del estudiante | Universidad Ricardo Palma on 2020-12-16 | <1% |
| 29 | Internet | megamperu.org | <1% |



Dr. José Modesto Carrillo Sarango
Docente - Asesor
Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

DECLARACIÓN JURADA DE VERIFICACIÓN DE REPORTE DE SIMILITUD

Yo, José Modesto Carrillo Sarango, docente asesor, con N° DNI 00223850, declaro bajo juramento que haciendo uso del software Turnitin que me ha proporcionado la UNTUMBES, he procedido a revisar el Informe final de tesis que se indica a continuación; el cual se encuentra dentro del rango permitido como porcentaje de similitud autorizado.

| Escuela profesional | |
|--|-------------------------------|
| INGENIERÍA AGRICOLA | |
| Autor | |
| N° DNI | Nombre y Apellidos |
| 71994170 | JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA |
| Título de tesis | |
| Caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro Viacrucis para afirmado de carreteras, San Jacinto – Tumbes – 2025. | |
| Porcentaje de Similitud | Número de la clase |
| 11% | 49522684 |

Lo que se indica cumple con lo dispuesto en los artículos 8.2 y 8.3 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación (Renatil), que señala que la universidad debe contar con medidas para proteger la propiedad intelectual.

Tumbes, 04 de mayo de 2026



Firma de Asesor
Dr. José Modesto Carrillo Sarango
DNI 00223850

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida, por iluminar mi camino y darme la sabiduría necesaria para culminar esta meta.

A mis padres, Jorge y Yadira, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante, que han sido la base de mi formación y mis logros.

A mis hermanos, por su cariño, motivación y compañía en cada etapa de mi vida.

A mi abuelita María Dioses Duarte, que desde el cielo me acompaña y protege, siendo siempre una inspiración para mí.

Y a mi enamorada, Solanyi Pacherrres, por su amor, comprensión y aliento inquebrantable durante todo este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar con éxito esta investigación.

A mis padres, Jorge y Yadira, por su constante apoyo, amor y sacrificio, pilares fundamentales en mi vida personal y profesional.

A mi asesor, Ing. José Carrillo, por su guía, conocimientos y compromiso en el desarrollo de esta tesis.

A mi coasesor, Mg. Brehiter Zárate, por su apoyo incondicional y acompañamiento en las visitas de campo, contribuyendo significativamente a este trabajo.

A mi familia, por su apoyo incondicional y motivación en todo momento.

Y a mis amigos de carrera, por su compañerismo, ayuda y amistad sincera, que hicieron de este camino universitario una experiencia inolvidable.

Rodrigo Farias Purizaga

ÍNDICE

| | |
|---|-------|
| DEDICATORIA..... | iv |
| AGRADECIMIENTOS | xii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xv |
| INDICE DE FIGURAS | xvi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xvii |
| RESUMEN | xviii |
| ABSTRACT | xix |
| I. INTRODUCCIÓN | 20 |
| 1.1 Situación Problemática | 21 |
| 1.2 Formulación del Problema | 22 |
| 1.2.1 Problema General | 22 |
| 1.2.2 Problemas Específicos..... | 22 |
| 1.3 Justificación de la investigación | 22 |
| 1.4 Objetivos | 24 |
| 1.4.1 Objetivo General | 24 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos..... | 24 |
| II. REVISIÓN DE LA LITERATURA | 25 |
| 2.1 Bases Teórico-Científica | 25 |
| 2.2 Antecedentes de la Investigación..... | 35 |
| 2.2.1 Antecedentes Internacionales | 35 |
| 2.2.2 Antecedentes Nacionales | 37 |
| 2.2.3 Antecedentes Locales..... | 40 |
| 2.3 Definición de Términos | 42 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 44 |
| 3.1 Ubicación | 44 |
| 3.1.1 Ubicación Geopolítica | 44 |
| 3.1.2 Ubicación Geodésica | 44 |
| 3.2 Materiales..... | 44 |
| 3.2.1 Materiales y equipos de campo..... | 44 |
| 3.2.2 Materiales, equipos de laboratorio..... | 45 |
| 3.2.3 Materiales y equipos de gabinete..... | 45 |

| | |
|---|----|
| 3.3 Hipótesis | 46 |
| 3.3.1 Hipótesis general | 46 |
| 3.3.2 Hipótesis específicas | 46 |
| 3.4 Variable Independiente: Propiedades geotécnicas del Suelo | 46 |
| 3.4.1 Definición conceptual | 46 |
| 3.4.2 Definición operacional..... | 47 |
| 3.5 Variable dependiente: Capacidad del suelo como afirmado para carreteras..... | 47 |
| 3.5.1 Definición conceptual | 47 |
| 3.5.2 Definición operacional..... | 48 |
| 3.6 Tipo de estudio y diseño de investigación..... | 48 |
| 3.6.1 Tipo y enfoque de estudio..... | 48 |
| 3.6.2 Diseño de investigación | 49 |
| 3.7 Población, muestra y muestreo..... | 49 |
| 3.7.1 Población | 49 |
| 3.7.2 Muestra | 49 |
| 3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 49 |
| 3.9 Procesamiento y análisis..... | 50 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 51 |
| 4.1 Resultados | 51 |
| 4.1.1 Propiedades del suelo de la cantera | 51 |
| 4.1.2 Capacidad de soporte del suelo de la cantera | 53 |
| 4.1.3 Viabilidad económica y ambiental de la explotación | 53 |
| 4.2 Discusión..... | 64 |
| V. CONCLUSIONES | 69 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 70 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 71 |
| ANEXOS | 74 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Ubicación Geopolítica de la Zona de Estudio..... | 44 |
| Tabla 2 Ubicación Geodésica de la Zona de Estudio..... | 44 |
| Tabla 3 Características físicas, mecánicas y químicas del suelo | 51 |
| Tabla 4 Resultados del ensayo de densidad en campo | 52 |
| Tabla 5 Características físicas, mecánicas y químicas del suelo | 53 |
| Tabla 6 Ubicación, área y perímetro de la cantera..... | 54 |
| Tabla 7 Accesibilidad vial a la cantera | 55 |
| Tabla 8 Reservas probadas | 56 |
| Tabla 9 Reservas probables..... | 56 |
| Tabla 10 Tiempo de vida útil | 57 |
| Tabla 11 Producción según tipo de material | 57 |
| Tabla 12 Valor bruto potencial de la reserva probada..... | 59 |
| Tabla 13 Medidas de mitigación, prevención y control de impactos ambientales | 60 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Delimitación del área de la cantera | 54 |
|--|----|

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Plano de ubicación de la cantera | 74 |
| Anexo 2. Materiales y Ensayos | 75 |
| Anexo 3. Matriz de Consistencia | 97 |
| Anexo 4. Panel fotográfico | 99 |
| Anexo 5. Resultados de ensayos de laboratorio | 117 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar la caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro Viacrucis para el uso en afirmado de carreteras en el distrito de San Jacinto, Tumbes 2025. La metodología empleada fue de tipo aplicada descriptiva, desarrollándose por medio de un diseño no experimental basado en la recopilación de datos en campo y el análisis de resultados en cuanto a características del material en la cantera y su viabilidad económica y ambiental para la explotación. Se encontró como resultado que el material disponible se clasifica como arenas gravosas (GP) con contenidos de grava entre 49-52% y de arena entre 45-48%, módulos de fineza de 2.50-2.90 y densidades mayores 2.60 g/cm³. Los valores de CBR oscilaron entre 22.5% y 39.6%, lo cual supera los estándares para sub-bases y bases, validando su resistencia sin requerir estabilización. En base a ello, se concluye que la explotación es económicamente viable con un valor bruto potencial de S/63.8 millones y 25 años de vida útil estimada a partir de una producción diaria de 180 m³/día y operando en un régimen de 24 días por mes, mientras que los impactos ambientales son mitigables mediante el plan de manejo ambiental, asegurando su sostenibilidad.

Palabras clave: explotación, suelos, viabilidad, reafirmado, vialidad.

ABSTRACT

This research aimed to determine the geotechnical characterization of the soil from the Viacrucis hill quarry for use in road base construction in the district of San Jacinto, Tumbes 2025. The methodology used was descriptive-applied, developed through a non-experimental design based on field data collection and analysis of results regarding the material characteristics in the quarry and its economic and environmental viability for exploitation. The results found that the available material is classified as gravelly sands (GP) with gravel contents between 49-52% and sand between 45-48%, fineness modules of 2.50-2.90 and densities greater than 2.60 g/cm³. The CBR values ranged between 22.5% and 39.6%, which exceeds the standards for sub-bases and bases, validating its resistance without requiring stabilization. Based on this, the exploitation is economically viable with a potential gross value of S/63.8 million and an estimated useful life of 25 years from a daily production of 180 m³/day operating in a regime of 24 days per month, while the environmental impacts are mitigable through the environmental management plan, ensuring its sustainability.

Keywords: exploitation, soils, viability, road base, road infrastructure.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción de carreteras es un pilar fundamental para el desarrollo económico y social de una región, ya que facilita la conectividad, el transporte y el acceso a servicios esenciales. En este contexto, la calidad de los materiales utilizados, particularmente el suelo empleado como afirmado, juega un rol fundamental en la durabilidad y estabilidad de estas infraestructuras. La cantera del cerro Viacrucis, en el distrito de San Jacinto, es una fuente potencial de material geotécnico para la construcción de carreteras en la región, pero sus propiedades y aptitud requieren un análisis detallado para garantizar su idoneidad.

La caracterización geotécnica de suelos es un proceso esencial que permite evaluar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales, asegurando que cumplan con los estándares técnicos necesarios para su uso en proyectos de ingeniería Agrícola. En el caso de San Jacinto, una zona con un importante potencial de desarrollo vial, la explotación responsable y eficiente de los recursos locales, como los agregados de la cantera del cerro Viacrucis, es clave para optimizar costos, reducir el impacto ambiental y promover el desarrollo sostenible.

Esta investigación tiene como objetivo principal realizar una caracterización geotécnica integral del material extraído de la cantera del cerro Viacrucis, para determinar su viabilidad como material de afirmado para carreteras en San Jacinto en el año 2025. A través de ensayos de laboratorio, análisis de campo y la aplicación de normativas técnicas, se busca generar información valiosa que contribuya al diseño y construcción de infraestructuras viales seguras y eficientes.

Este estudio no solo aportará al conocimiento técnico local, sino que también determinará las bases para la toma de decisiones informadas en proyectos de ingeniería en la región Tumbes.

1.1 Situación Problemática

El distrito de San Jacinto, en la región Tumbes, presenta una necesidad urgente de mejorar su infraestructura vial para garantizar el acceso a servicios básicos, dinamizar el comercio agrícola y fortalecer la conectividad entre comunidades. En este contexto, el uso de afirmado como solución técnica para carreteras no pavimentadas es una alternativa viable y de bajo costo. Sin embargo, la calidad del afirmado depende en gran medida de las propiedades geotécnicas del suelo utilizado, las cuales deben cumplir con criterios técnicos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

En la actualidad, la cantera del cerro Viacrucis es una fuente accesible de material granular que podría usarse para construir y mantener afirmados en la zona. No obstante, no existen estudios técnicos actualizados ni suficientes que determinen si el suelo extraído de esta cantera posee las características físicas, mecánicas y químicas adecuadas para ser empleado como afirmado, lo que genera incertidumbre y riesgos potenciales de fallas estructurales, incremento en costos de mantenimiento o afectación a la seguridad vial.

La ausencia de esta información no solo limita la planificación eficiente de obras, sino que también podría conducir a la explotación inadecuada de los recursos naturales, sin considerar criterios técnicos ni ambientales. Esta situación justifica la necesidad de realizar una caracterización geotécnica detallada del suelo de la cantera del cerro Viacrucis, que sirva como base para tomar decisiones informadas en futuros proyectos de infraestructura vial en San Jacinto.

La calidad de materiales de la cantera del cerro viacrucis del distrito de san jacinto es muy importante para su utilidad en la construcción de vías de acceso que garantiza su resistencia y durabilidad en el tiempo.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera las características geotécnicas del suelo de la cantera del cerro Viacruz determinan su aptitud como material de afirmado para carreteras en el distrito de San Jacinto – Tumbes, 2025?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo de la cantera (granulometría, límites de Atterberg y densidad)?
- ¿En qué medida los valores de CBR y resistencia al corte cumplen con los estándares del MTC para afirmado de carreteras?
- ¿Qué factores económicos y ambientales inciden en la viabilidad de su explotación como material de afirmado?

1.3 Justificación de la investigación

La construcción de carreteras en el distrito de San Jacinto, ubicado en la provincia de Tumbes, Perú, constituye una prioridad estratégica para mejorar la conectividad territorial, facilitar el traslado de productos agrícolas y fomentar el desarrollo económico y social de la región. En este escenario, el uso de materiales adecuados para el afirmado de vías es fundamental, ya que de ellos depende la estabilidad, resistencia y seguridad de las infraestructuras viales, especialmente en un entorno con características geológicas y climáticas particulares. La cantera del cerro Viacruz, situada cerca de San Jacinto, surge como una alternativa viable para la obtención de suelos destinados a este fin. No obstante, es imprescindible realizar una caracterización geotécnica detallada que permita determinar sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, y así evaluar su idoneidad para su uso en afirmados.

Desde una perspectiva técnica, este estudio es esencial para comprobar si el material cumple con las especificaciones establecidas por las normativas vigentes, como las del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Esta verificación es clave para

garantizar la calidad de las vías y prevenir problemas como asentamientos, erosiones o fallas estructurales, los cuales podrían generar elevados costos de mantenimiento o rehabilitación en el futuro.

En términos económicos, utilizar de materiales extraídos localmente, como los de la cantera del cerro Viacruz, es una opción eficiente, ya que reduce los gastos asociados al transporte de suelos desde otras zonas. Esta alternativa no solo optimiza los recursos financieros disponibles, sino que también impulsa el uso sostenible de los recursos naturales existentes, al disminuir la necesidad de buscar nuevas fuentes de materiales o importar insumos externos.

Desde el punto de vista social, la mejora de las vías en San Jacinto fortalecerá la articulación entre comunidades, mejorará el acceso a mercados, centros de salud, educación y otros servicios básicos, y elevará la calidad de vida de la población local. Al generar información técnica precisa sobre las condiciones del suelo en la cantera, esta investigación contribuirá a una mejor planificación de obras viales que respondan de manera efectiva a las necesidades del territorio, promoviendo así un desarrollo más equitativo y sostenible.

Asimismo, en el ámbito académico y científico, este trabajo ofrece un aporte significativo al conocimiento sobre los suelos de la zona de San Jacinto, proporcionando datos útiles para futuras investigaciones en el campo de la ingeniería geotécnica y civil. La combinación de estudios de campo, ensayos de laboratorio y análisis comparativos con normativas técnicas permitirá establecer una base confiable para la toma de decisiones en proyectos de infraestructura vial.

Finalmente, este estudio incide positivamente en la formación profesional de estudiantes y egresados de la carrera profesional de Ingeniería, al brindarle la oportunidad de trasladar los conocimientos a una situación práctica. Al involucrarse en este tipo de investigaciones, los participantes desarrollan competencias para interpretar información geotécnica, aplicar criterios normativos, plantear soluciones técnicas adecuadas y valorar la viabilidad y sostenibilidad de las obras viales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar la caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro Viacruzis para el uso en afirmado de carreteras en el distrito de San Jacinto, Tumbes 2025.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físicas del suelo de la cantera, tales como granulometría, límites de Atterberg y densidad, mediante ensayos de laboratorio normalizados.
- Analizar la capacidad de soporte (CBR) y la resistencia al corte del suelo de la cantera y su correspondencia con los estándares técnicos vigentes establecidos para afirmado de carreteras.
- Comparar la viabilidad económica y ambiental de la explotación, estimando volúmenes útiles, costos de extracción y transporte, y los posibles impactos en el entorno natural y social en el distrito de San Jacinto.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Bases Teórico-Científica

Granulometría y su papel en la compactibilidad

Según, Das, B. M., & Sobhan, K. (2022). En su libro *Advanced principles of geotechnical engineering* (10ª ed.), mencionan lo siguiente:

“La distribución del tamaño de partículas influye en la porosidad y comportamiento del suelo bajo compactación, clave para la estabilidad estructural”. (Pág. 130).

El libro en mención nos indica que la distribución del tamaño de partículas es un elemento crucial, puesto que afecta directamente la porosidad y la habilidad del suelo para compactarse de manera apropiada. Esto significa que un suelo con una adecuada graduación suele presentar menos vacíos, lo que promueve la obtención de una mayor densidad seca y una resistencia mecánica superior. Una adecuada compactación asegura mayor estabilidad, minimiza las deformaciones a lo largo del tiempo y son esenciales en proyectos de infraestructuras, como las carreteras.

Límites de Atterberg y clasificación geotécnica

Según, Mitchell, J. K., & Soga, K. (2021). En su libro *Fundamentals of soil behavior* (4ª ed.), mencionan lo siguiente:

“El análisis de plasticidad (límites líquido y plástico) es esencial para orientar el uso adecuado del suelo en afirmado vial”. (Pág. 110).

El libro en mención nos indica que los suelos con alta plasticidad tienden a deformarse con mayor facilidad, lo que incrementa el riesgo de generar fisuras o inestabilidad. A comparación con plasticidad baja o moderada suelen mostrar un comportamiento más estable, lo que los hace más apropiados para procesos de compactación y uso en obras viales. Por tanto, conocer estos límites nos va a ayudar a tomar decisiones sobre

la necesidad de estabilización, asegurando así la durabilidad y funcionalidad de la infraestructura de la carretera.

Compactación Proctor y densidad óptima

Coduto, D. P., Yeung, M. C., & Kitch, W. A. (2021). En su libro *Geotechnical engineering: principles and practices* (3ª ed.), mencionan lo siguiente:

“El ensayo Proctor modificado determina la densidad máxima y humedad óptima del suelo, garantizando los estándares requeridos”. (Pág. 330).

El libro en mención nos indica que estos parámetros son fundamentales para asegurar que el suelo, una vez compactado en campo, alcance los niveles adecuados de resistencia, estabilidad y vida útil requeridos, conforme a los criterios establecidos por normas técnicas como las del MTC o ASTM reduciendo riesgos constructivos y mejorando la eficiencia del proceso constructivo. Por ello, el ensayo Proctor es una base técnica fundamental para tomar decisiones en el diseño y ejecución de obras de infraestructura viales.

Calibración del CBR para diseño de carreteras

Según, Head, K. H. (2020). En su libro *Manual of soil laboratory testing* (Vol. 3, 2ª ed.), menciona que:

“El CBR es el ensayo de referencia para dimensionar afirmados y evaluar su capacidad de carga”. (Pág. 150).

El libro menciona que el ensayo CBR es uno de los métodos más utilizados y su aplicación contribuye a garantizar la durabilidad, funcionalidad y seguridad de las vías rurales y urbanas en carreteras no pavimentadas, ya que representa la resistencia del suelo frente a cargas repetidas, similares a las del paso de vehículos. Cabe señalar que, a mayor valor de CBR, menor será la necesidad de capas adicionales o procesos de estabilización, lo cual se traduce en un diseño más eficiente desde el punto de vista técnico y económico. Además, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

exige el uso del ensayo CBR como parte del procedimiento estándar en proyectos viales, reafirmando su relevancia normativa y técnica.

Resistencia al corte en análisis estructural

Según, Lacasse, S., & Nadim, F. (2023). En su libro *Geotechnical stability analysis* (2ª ed.), mencionan que:

“La capacidad del suelo para resistir esfuerzos tangenciales es crítica en diseño de capas estructurales”. (Pág. 95).

El libro en mención nos indica que la resistencia al esfuerzo cortante del suelo determina su capacidad para soportar cargas sin experimentar fallas por deslizamiento o deformación excesiva, cuando un suelo tiene baja resistencia al corte, se vuelve más propenso a sufrir inestabilidad, deformaciones permanentes o agrietamientos. Por ello, los ensayos de corte directo son esenciales ya que permiten obtener los valores de cohesión y ángulo de fricción interna, los cuales describen el comportamiento del material frente a esfuerzos tangenciales. Así mismo, es crucial para diseñar soluciones viales seguras, promoviendo una infraestructura más resistente y confiable a largo plazo.

Humedad y comportamiento mecánico del suelo

Según, Salgado, R. (2022). En su libro *The engineering of foundations* (3ª ed.), menciona que:

“La humedad afecta directamente la compresión y robustez del suelo; su control es indispensable en zonas tropicales”. (Pág. 260).

El libro en mención nos indica que la humedad del suelo influye directamente en su capacidad de compresión, cohesión y resistencia estructural. En ambientes con alta humedad, como las zonas tropicales, el suelo tiende a debilitarse, volviéndose menos estable y más propenso a sufrir asentamientos, pérdida de soporte y deterioro prematuro de las estructuras viales. Una gestión incorrecta de la humedad puede dificultar lograr la densidad seca ideal o incluso causar deformaciones tras la

edificación. Por ello, es fundamental analizar de la humedad natural del suelo y su humedad óptima de compactación, para minimizar riesgos y garantizar la estabilidad y durabilidad de las construcciones viales.

Erosión en contextos climáticos extremos

Según, Lu, N., & Likos, W. J. (2021). En su libro *Unsaturated soil mechanics* (2ª ed.), mencionan que:

“La compactibilidad y selección granulométrica adecuada ayudan a reducir la erosión en épocas de lluvia intensa”. (Pág. 190).

El libro menciona que cuando el suelo está bien compactado y con partículas de variados tamaños distribuidas, presentan menos vacíos, lo que potencia su cohesión y complica la infiltración del agua. Los suelos mal compactados muestran mayor porosidad y menor estabilidad, lo que los hace más susceptibles a procesos de erosión, socavaciones y pérdida de material, impactando directamente en la durabilidad de las carreteras. Por ello, la compactación controlada como el análisis granulométrico son procesos fundamentales que deben ser aplicados rigurosamente en el diseño y ejecución de afirmados, especialmente en regiones con elevados niveles de precipitación, donde los fenómenos erosivos representan un riesgo constante para la infraestructura de la obra.

Estabilización por aditivos: cal y cemento

Según, Consoli, N. C., Prietto, P. D. M., & Ulbrich, L. A. (2020). En su libro *Engineering behavior of cement-treated soils* (1ª ed.), mencionan que:

“El uso de estabilizantes mejora significativamente las propiedades mecánicas de suelos marginales para afirmado”. (Pág. 220).

El libro en mención nos indica que materiales como la cal, el cemento, o aditivos químicos especializados modifican la estructura interna del suelo, reduciendo su plasticidad, incrementando su CBR mejorando su estabilidad volumétrica frente a la humedad. Esto resulta especialmente útil en zonas rurales o de difícil acceso, donde

los recursos disponibles suelen ser limitados. Al permitir el uso de materiales locales tratados, se logra reducir los costos de transporte, aprovechar eficientemente los suelos disponibles y prolongar la vida útil de la infraestructura las carreteras.

Normas técnicas del MTC para afirmado

Según, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). En su Manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos (Ed. 2020), menciona que:

“El MTC exige un CBR ≥ 20 %, granulometría adecuada y límites de plasticidad controlados para materiales de afirmado”. (Pág. 95).

El libro menciona que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones establece normas técnicas que los materiales empleados en afirmados viales deben respetar, para garantizar su resistencia estructural, estabilidad ante cargas y durabilidad en el tiempo. Dentro de estos parámetros, se establece que el suelo debe alcanzar un índice CBR mínimo del 20 %, lo cual asegura una capacidad de soporte adecuada frente a las cargas vehiculares. Además, es necesario una granulometría correctamente distribuida, que facilite una adecuada compactación y resistencia al desgaste, y límites de plasticidad regulados, para prevenir deformaciones excesivas o problemas de expansión.

Materiales locales y sostenibilidad vial

Según, Ramírez, L., Castro, H., & León, J. (2023). En su revista Evaluación geotécnica de suelos locales con fines viales, menciona que:

“El uso de recursos locales, respaldado por caracterización técnica, promueve la eficiencia económica y ambiental en proyectos viales”. (Pág. 60)

El libro menciona que el uso de materiales locales constituye es una alternativa altamente rentable y ecológica, siempre que esté respaldado por una adecuada caracterización geotécnica. Cuando los materiales existentes en el área, como los suelos para canteras, satisfacen las exigencias técnicas dictadas por regulaciones como las del MTC. Además, realizar ensayos de laboratorio que validen propiedades

como CBR, granulometría, plasticidad y resistencia al corte, Este proceso no solo asegura la funcionalidad y seguridad del material en obra, sino que también promueve una infraestructura más sostenible y adaptada al entorno geográfico.

Compactación Proctor en suelos viales

Según, ASTM. (2021). En su revista “Standard practice for compaction characteristics of soil-cement mixtures and stabilized soils”, menciona que:

“El ensayo Proctor, en su versión estándar y modificada, establece la relación entre densidad seca y humedad. Es crucial para definir parámetros óptimos en materiales de afirmado”. (Pág. 5).

El libro en mención nos indica que El ensayo Proctor facilita la determinación de la máxima densidad seca que un suelo puede lograr y la humedad ideal requerida para conseguirla. Esta relación es fundamental para garantizar que el suelo compactado alcance una resistencia mecánica adecuada, así como una estabilidad y durabilidad estructural sostenidas. Por lo tanto, este ensayo no solo cumple una función normativa en los proyectos de infraestructura vial, sino que también representa una herramienta clave para asegurar la calidad del afirmado, optimizar el rendimiento constructivo y cumplir con los requisitos técnicos definidos por normas como las del MTC y ASTM.

Clasificación granulométrica según normas ISO

Según, International Organization for Standardization. (2020). En su revista Geotechnical investigation and testing – Identification and classification of soil – Part 1: Identification and description, menciona que:

“La granulometría es clave para definir la textura del suelo y su compactibilidad. La norma ISO 14688:2020 describe los límites de tamaño para fracciones gruesas y finas”. (Pág. 10).

El libro en mención nos indica que la granulometría es un parámetro fundamental que permite determinar la distribución de tamaños de partículas, lo cual influye directamente en su textura, compacidad y comportamiento mecánico. Cuando un suelo

tiene una distribución granulométrica adecuada, su compactación es más eficaz, con menos vacíos, un mejor encaje entre las partículas y, por ende, mayor estabilidad estructural y menor susceptibilidad a procesos de erosión o deformación. Con respecto a la norma ISO 14688:2020 ofrece criterios técnicos precisos para la clasificación de suelos según sus fracciones granulométricas, definiendo rangos concretos que facilitan la realización de análisis comparativos y coherentes entre diferentes clases de suelos.

Modulus resiliente y correlación con CBR

Según, Castro-Balbín, E. (2022). En su manual Control de calidad en obras viales: correlación entre módulo resiliente y CBR, menciona que:

“El módulo resiliente de suelos no consolidados se correlaciona con CBR, lo que facilita la predicción de comportamiento bajo tráfico repetido”. (Pág. 11).

El libro en mención nos indica que en suelos no consolidados o sin cohesión, puede ser difícil de determinar directamente en laboratorio, por lo que establecer una correlación con el índice CBR resulta altamente útil en proyectos viales. Dado que el CBR es una prueba más simple y accesible, su uso como parámetro de referencia facilita una estimación aproximada del comportamiento del suelo bajo cargas repetitivas, como las producidas por el tráfico de vehículos. Esta relación no solo simplifica la toma de decisiones técnicas, sino que también maximiza los recursos del proyecto, mejorando la organización y la supervisión del rendimiento mecánico del suelo a través del tiempo.

Durabilidad del afirmado frente a erosión

Según, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). En su Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, menciona que:

“Los suelos granulares bien graduados, compactados al 95 % del Proctor y con CBR > 20 %, presentan alta resistencia a la erosión en climas lluviosos”. (Pág. 138).

El libro en mención nos indica que los suelos granulares con una distribución adecuada de tamaños de partículas desarrollan una estructura compacta y consistente, lo que les permite, al ser compactados al 95 % de la densidad máxima según el ensayo Proctor, alcanzar altos niveles de resistencia mecánica y menor contenido de vacíos. Cuando además presentan un índice CBR superior al 20 %, son considerados altamente apropiados para ser utilizados en afirmados viales, ya que poseen la capacidad de soportar esfuerzos repetitivos provenientes del tránsito y preservar su estabilidad ante condiciones meteorológicas adversas, como la lluvia fuerte o la saturación de agua.

Compactación y control de humedad en obra

Según, Cruz, A. J. (2021). En su informe Procedimientos de compactación y mejora de terreno, menciona que:

“La humedad óptima de compactación es crítica; variaciones de ± 2 % pueden reducir la densidad seca en un 5 % y comprometer la resistencia del material”.
(Pág. 4).

El libro en mención nos indica que la reducción en la densidad del suelo no solo compromete su capacidad resistente, sino que también deteriora su estabilidad estructural, aumentando la probabilidad de que el afirmado sufra deformaciones, erosión superficial y desgaste anticipado. La humedad ideal de compactación es un indicador crucial dado que establece la cantidad precisa de agua requerida para lograr la densidad seca máxima de un suelo, Por lo tanto, es esencial realizar un monitoreo continuo de los niveles de humedad durante la realización de la obra para asegurar que las carreteras no pavimentadas mantengan su calidad, resistencia y rendimiento funcional a lo largo del tiempo.

Categorías de subrasante según CBR

Según, Universidad Nacional de San Agustín. (2023). En su informe Control de calidad en obra vial, menciona que:

“Las clases S1–S5 determinan la calidad de la subrasante según valores de CBR: S4 y S5 (CBR > 20 %) son adecuadas para afirmados sin estabilizar”. (Pág. 11).

El libro en mención nos indica que la clasificación de subrasantes en rangos S1 a S5, determinada a partir de los valores del índice CBR, constituye un criterio esencial en el diseño estructural de pavimentos, pues facilita la identificación de la resistencia y calidad del terreno que servirá de base para las capas superiores. En ese sentido, los suelos ubicados en las categorías S4 y S5, con un CBR mayor al 20 %, se consideran aptos para ser utilizados directamente como afirmado sin necesidad de estabilización adicional, ya que poseen una capacidad de carga suficiente para resistir el tránsito de vehículos bajo condiciones habituales.

Exploración geotécnica en carretera rural

Según, Castro-Balbín, E. (2023). En su informe Exploración de suelos en carreteras rurales, menciona que:

“La exploración de suelos debe incluir calicatas y ensayos de CBR y Proctor para clasificar correctamente la subrasante”. (Pág. 30).

El libro en mención nos indica que la exploración del suelo es una etapa fundamental en cualquier proyecto, ya que proporciona la información necesaria para evaluar la idoneidad del suelo como subrasante. Para lograr una caracterización adecuada, es indispensable incluir calicatas, que permiten observar directamente las condiciones estratigráficas del suelo, Además, se deben realizar pruebas de laboratorio, como el CBR, que evalúa la resistencia del suelo frente a cargas repetitivas, y el Proctor, que establece los valores de densidad seca máxima y humedad óptima de compactación, factores cruciales para asegurar un comportamiento estructural apropiado del afirmado vial.

Resistencia no confinada y corte directo

Según, Castro-Balbín, E. (2023). En su manual Control de calidad en obras viales, menciona que:

“Los ensayos de compresión no confinada y corte directo permiten estimar cohesión y ángulo de fricción, esenciales para la estabilidad del afirmado”. (Pág. 4).

El libro en mención nos indica que estos ensayos permiten identificar dos parámetros esenciales: la cohesión, que señala el nivel de adhesión entre las partículas del terreno, y el ángulo de fricción interna, que refleja la resistencia generada por la interacción entre los granos. Ambos factores son esenciales para definir la resistencia al corte del material, lo que permite evaluar si el afirmado será capaz de soportar cargas vehiculares sin presentar fallas como deformaciones, grietas o deslizamientos, sobre todo en terrenos inclinados o en contextos donde las condiciones climáticas varían significativamente.

Espesor del afirmado según CBR

Según, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). En su Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, menciona que:

“El espesor necesario de afirmado depende del CBR y del tráfico. Por ejemplo, para CBR 20–30 % y 100 000 ejes, se recomienda 250 mm de afirmado”. (Pág. 138)

El libro en mención nos indica que este espesor garantiza que la estructura del afirmado pueda resistir las cargas aplicadas sin presentar deformaciones permanentes, asentamientos excesivos ni deterioro en su funcionalidad. La determinación del espesor en vías no pavimentadas es fundamental en el diseño, ya que depende de la resistencia del suelo, medida a través del índice CBR, y del nivel de tránsito proyectado, que se cuantifica en términos de ejes equivalentes.

Evaluación del comportamiento mecánico de suelos para afirmado en clima tropical

Según, Pérez Rodríguez, J. A., & Hernández López, R. M. (2021). En su tesis Evaluación geotécnica de suelos residuales tropicales para afirmado de caminos rurales en Guatemala, mencionan que:

En zonas con condiciones tropicales, como Tumbes, la evaluación del comportamiento mecánico del suelo (especialmente bajo saturación) es fundamental. La alta variabilidad del contenido de humedad afecta la cohesión, el ángulo de fricción y el módulo de elasticidad, comprometiendo la estabilidad del afirmado si no se realiza una caracterización adecuada. (Pág. 56).

El libro en mención nos indica que, en zonas de clima tropical como la región de Tumbes, caracterizadas por una elevada humedad ambiental y precipitaciones frecuentes, es crucial llevar a cabo un análisis exhaustivo del comportamiento mecánico del suelo, particularmente bajo condiciones de saturación. Si estas propiedades no se estudian ni se integran adecuadamente en el proceso de diseño, existe un riesgo considerable de que la infraestructura vial sufra asentamientos, fallas prematuras o disminución de su capacidad estructural.

2.2 Antecedentes de la Investigación

2.2.1 Antecedentes Internacionales

López Martínez, M. A. (2020). En su tesis titulada “Optimización de suelos arcillosos a través de estabilización con cal para carreteras rurales en México”, menciona lo siguiente:

“Este estudio implementó cal como estabilizador en suelos de alta plasticidad, mejorando significativamente su comportamiento mecánico. El suelo tratado cumplió con los estándares de CBR exigidos para afirmado, mostrando su potencial para infraestructura vial de bajo costo”. (Pág. 60)

La tesis propuesta hace mención que el uso de cal como estabilizante en suelos con alta plasticidad representa una alternativa efectiva para potenciar sus características mecánicas, especialmente en zonas donde los materiales existentes no cumplen inicialmente con los requisitos estructurales necesarios para la afirmación. Luego del proceso de estabilización, el suelo incrementó su capacidad de carga, cumpliendo con los valores de CBR mínimos establecidos por la normativa vigente para su utilización en vías rurales. Esta opción se presenta como una respuesta factible y sustentable,

perfecta para la edificación de vías sin pavimentar en zonas rurales o con restricciones presupuestarias, sin poner en riesgo la estabilidad, resistencia y durabilidad de la infraestructura.

Fernández Valverde, L. P. (2021). En su tesis titulada “Caracterización geotécnica de suelos residuales en clima tropical para uso en subrasante vial”, menciona lo siguiente:

“Se caracterizaron suelos residuales tropicales con alta variabilidad en su composición. El autor identificó propiedades como plasticidad elevada y granulometría deficiente, recomendando estabilización química para mejorar su uso como subrasante en zonas de alta humedad”. (Pág. 78)

La tesis propuesta hace mención que el autor propone la estabilización química se plantea como una opción técnica efectiva para optimizar el comportamiento mecánico de este tipo de suelos. Esta estrategia resulta especialmente relevante en regiones tropicales, donde la utilización de materiales locales, unidos a tratamientos adecuados, puede transformarse en una opción económica y ambientalmente sustentable, asegurando la funcionalidad y durabilidad de las carreteras no asfaltadas, incluso en situaciones climáticas desfavorables.

Rodríguez Pérez, C. S. (2022). En su tesis titulada “Evaluación del comportamiento mecánico de suelos lateríticos estabilizados con ceniza de caña de azúcar en Ecuador”, menciona lo siguiente:

“Este trabajo evaluó el potencial de residuos agroindustriales como la ceniza de caña en la mejora de suelos lateríticos. Se logró aumentar la resistencia al corte, con implicancias positivas para la sostenibilidad en proyectos viales”. (Pág. 52)

La tesis propuesta hace mención que el uso de residuos agroindustriales, como la ceniza de caña, en la mejora de suelos lateríticos representa un enfoque innovador y alineado con los principios de sostenibilidad en la ingeniería vial, ya que ha demostrado ser eficaz para incrementar la resistencia al corte del suelo, lo que resulta esencial para mantener su estabilidad estructural ante cargas dinámicas y condiciones climáticas adversas. Además, este método produce notables beneficios

medioambientales, dado que impulsa el reciclaje de desechos orgánicos, reduce la demanda de materiales convencionales y fomenta soluciones de construcción más asequibles y amigables con el medio ambiente.

Castro Balcázar, T. H. (2023). En su tesis titulada “Impacto de la humedad cíclica en la capacidad portante de suelos de afirmado en Perú”, menciona lo siguiente:

“Se investigó el deterioro progresivo de la capacidad portante de suelos afirmados tras ciclos de humedad y secado. Se observó una reducción significativa en el CBR, subrayando la importancia de caracterizaciones bajo condiciones reales de campo”. (Pág. 65)

La tesis propuesta hace mención que la pérdida gradual de la capacidad portante en suelos afirmados sometidos a cambios cíclicos de humedad y secado revela una de las principales causas de deterioro anticipado en vías no pavimentadas. Este resultado destaca la importancia de realizar evaluaciones geotécnicas más precisas, considerando el comportamiento real del suelo frente a condiciones climáticas variables. Incorporar este tipo de evaluaciones en la construcción y preservación de afirmados posibilita anticipar reducciones en el rendimiento estructural, lo que resulta en un aumento de la durabilidad, eficiencia funcional y sostenibilidad para caminos rurales y de menor costo.

2.2.2 Antecedentes Nacionales

Reyes Hidalgo, A. E. (2021). En su tesis titulada “Caracterización geotécnica del suelo con fines de afirmado en la carretera Huancabamba-La Peca”, menciona lo siguiente:

“Se realizó la caracterización completa del suelo natural utilizado en afirmado, incluyendo ensayos de CBR, granulometría y Atterberg. Los resultados determinaron la necesidad de estabilización para cumplir los requisitos del MTC”. (Pág. 48)

La tesis propuesta hace mención que la caracterización integral del suelo natural destinado al afirmado, mediante ensayos como CBR, análisis granulométrico y límites

de Atterberg, permitió detectar deficiencias en sus características geotécnicas con respecto a los criterios establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Este tipo de análisis no solo asegura la adecuación técnica del material, sino que también minimiza el riesgo de deterioro anticipado, favoreciendo una mayor vida útil y funcionalidad de la vía, especialmente en áreas rurales o de difícil acceso, donde el rendimiento del afirmado es crítico para la conectividad y el mantenimiento.

Chara Umire, Y. B. (2022). En su tesis titulada “Estudio de subrasantes estabilizadas con curado de cal hidratada en la región Arequipa”, menciona lo siguiente:

“Analizó la respuesta mecánica de suelos estabilizados con cal, mejorando densidad seca y CBR. La aplicación de curado con cal fue efectiva para mejorar su comportamiento como afirmado en carreteras rurales”. (Pág. 57)

La tesis propuesta hace mención que la aplicación del curado con cal no solo redujo la plasticidad del material, sino que también incrementó su capacidad de soporte, haciéndolo más adecuado para su uso en afirmados de carreteras rurales. Además, el uso de cal como estabilizante representa como una estrategia sustentable, ya que optimiza el uso de materiales disponibles localmente y disminuye los gastos asociados al transporte y mantenimiento de la infraestructura. Este método resulta particularmente beneficioso en áreas donde son escasos los terrenos granulares de alta calidad, al proporcionar una solución técnica y económica eficaz para fortalecer la estabilidad estructural de vías sin pavimentar.

Ayay Chilon, M. L. (2022). En su tesis titulada “Evaluación de límites de Atterberg en suelos arcillosos para afirmado en la región Piura”, menciona lo siguiente:

“Se determinaron límites de Atterberg en suelos arcillosos de la zona, concluyendo que su alto índice de plasticidad requería tratamiento para cumplir estándares viales, especialmente en zonas propensas a lluvias intensas”. (Pág. 35)

La tesis propuesta hace mención que el análisis de los límites de Atterberg realizada en suelos arcillosos de la zona evidenció un índice de plasticidad alto, lo que refleja

una mayor vulnerabilidad frente a cambios de la humedad y una propensión a sufrir deformaciones bajo carga. Esta condición representa una restricción significativa para su uso en declaraciones viales, dado que no satisface los requisitos de estabilidad y capacidad de soporte necesarios, particularmente en contextos con lluvias constantes, donde la saturación intensifica los impactos adversos de la plasticidad.

Cieza Salinas, J. M. (2023). En su tesis titulada “Uso de residuos industriales como estabilizador de suelos en acceso minero, Áncash”, menciona lo siguiente:

“La tesis evaluó la aplicación de escoria industrial en suelos finos, observando un incremento en el valor de CBR superior al 25 %. Propone una alternativa viable y económica en contextos mineros”. (Pág. 60)

La tesis propuesta hace mención que el análisis de la incorporación de escoria industrial como estabilizante en suelos finos mostró una mejora notable en el valor del CBR, superando el 25 %, lo que refleja una mayor capacidad de soporte del material tratado. Este hallazgo resalta la factibilidad técnica de reutilizar desechos industriales en construcciones viales, especialmente en áreas mineras, donde estos desechos son numerosos y su manejo supone un desafío para el medio ambiente. Asimismo, la utilización de escoria representa una opción lucrativa y sostenible, al reducir la necesidad de utilizar materiales convencionales y promover métodos enfocados en la eficiencia y la utilización de recursos locales.

De la Cruz Rosas, L. E. (2024). En su tesis titulada “Caracterización geotécnica de la subrasante para construcción de caminos rurales en Huamachuco”, menciona lo siguiente:

“Se hizo una caracterización completa del suelo local mediante ensayos de laboratorio. La granulometría reveló una composición desfavorable que exige tratamiento previo antes de su uso como afirmado estructural”. (Pág. 42)

La tesis propuesta hace mención que la caracterización integral del suelo local, realizada a través de ensayos de laboratorio, permitió detectar deficiencias notables en su distribución granulométrica. Los resultados mostraron una composición de

partículas no adecuada, lo cual impacta de manera adversa en su habilidad para compactarse y en la resistencia estructural. Por estas restricciones, el terreno no es adecuado para su empleo directo como refuerzo estructural. Debido a estas limitaciones, el suelo no es apto para su uso directo como afirmado estructural. En consecuencia, se necesitan métodos de mejora, como la mezcla con agregados más gruesos o la incorporación de aditivos estabilizantes, para optimizar sus propiedades geotécnicas y asegurar que cumpla con los criterios técnicos establecidos por las normativas viales.

2.2.3 Antecedentes Locales

Salazar Muñoz, A. (2021). En su tesis titulada “Caracterización de suelos locales para pavimentación vial en Zarumilla”, menciona lo siguiente:

“Se realizó ensayos de compactación y CBR en suelos locales. Los resultados indicaron viabilidad del uso local siempre que se apliquen buenas prácticas de compactado y control de humedad”. (Pág. 53)

La tesis propuesta hace mención que los ensayos de compactación y CBR realizados en suelos locales evidenciaron que, pese a no contar con propiedades óptimas en su estado natural, estos materiales pueden emplearse como afirmado estructural si se garantiza una correcta ejecución técnica. Esto conlleva la exigencia de implementar tácticas apropiadas de compactación y un control riguroso de la humedad durante la obra, lo cual es fundamental para asegurar su desempeño mecánico y durabilidad en condiciones reales de servicio.

Castillo Rogel, M. A. (2022). En su tesis titulada “Estudio de suelos para afirmado en el distrito de Papayal”, menciona lo siguiente:

“Se identificaron los límites de Atterberg y la granulometría de suelos de Papayal, concluyendo que pueden ser utilizados como afirmado con modificaciones en la compactación y tratamiento superficial”. (Pág. 47)

La tesis propuesta menciona que el análisis de los suelos provenientes de Papayal, mediante la determinación de los límites de Atterberg y la evaluación granulométrica, reveló que presentan propiedades adecuadas para su uso en afirmados viales, si se implementan mejoras en los procedimientos de compactación y se apliquen tratamientos superficiales correctivos. Asimismo, el estudio resalta que una intervención técnica apropiada impulsa la utilización de materiales locales, lo que no solo disminuye los gastos relacionados con el transporte, sino que también promueve prácticas de construcción más sustentables y ajustadas al ambiente local.

Cornejo Urviola, W. R. (2023). En su tesis titulada “Evaluación geotécnica de suelos en la carretera San Jacinto–Aguas Verdes”, menciona lo siguiente:

“Se realizaron estudios geotécnicos que revelaron CBR entre 16 % y 20 %. Los resultados sirvieron para recomendar estabilización con cal o mezcla con agregados locales”. (Pág. 62)

La tesis propuesta hace mención que estos resultados sugieren mejorar su capacidad portante y cumplir con los estándares técnicos requeridos, ya que es necesario aplicar métodos de estabilización, como la adición de cal o la mezcla con agregados locales bien graduados. Esta acción no solo mejora el rendimiento mecánico del terreno, sino que también facilita el uso de materiales existentes en la región, fomentando soluciones de transporte más sustentables y rentables.

Mestas Pacompia, L. (2023). En su tesis titulada “Análisis de compactación del suelo para afirmado en Punta Sal”, menciona lo siguiente:

“La investigación determinó los parámetros de humedad óptima y densidad seca, proponiendo mejoras en el proceso constructivo para incrementar la resistencia y durabilidad de las vías locales”. (Pág. 40)

La tesis propuesta hace mención que permitió identificar con precisión la humedad óptima de compactación y la densidad seca máxima del suelo local, parámetros fundamentales para garantizar un buen desempeño estructural del afirmado. Basándose en estos hallazgos, se plantearon mejoras en el procedimiento de

construcción, dirigidas a conseguir una compactación más eficaz y homogénea en la construcción. Estas acciones tienen como objetivo aumentar la resistencia y vida útil de las vías locales, reduciendo el riesgo de asentamientos, deformaciones y el desgaste provocado por el tráfico vehicular y las condiciones climáticas.

León Quiroz, J. J. (2024). En su tesis titulada “Caracterización del suelo granulado de la cantera local de Cañaverl para carga vial”, menciona lo siguiente:

“El estudio evaluó la granulometría de un suelo tipo GW. Se concluyó que puede ser empleado directamente como afirmado siempre que se verifique la compactación adecuada”. (Pág. 55)

La tesis propuesta hace mención que un suelo clasificado como GW (grava bien graduada) presentó una distribución granulométrica que se ajusta a los estándares necesarios para su aplicación directa como afirmado, sin requerir estabilización previa. No obstante, su adecuado funcionamiento estructural se basa en gran parte en conseguir una compactación eficaz en terreno, dado que este procedimiento es crucial para lograr la densidad y resistencia óptimas. Cuando se gestiona correctamente, este tipo de material se convierte en una opción técnica fiable, perdurable y lucrativa para construcciones viales, especialmente en situaciones donde es esencial optimizar al máximo los recursos existentes.

2.3 Definición de Términos

Afirmado

Capa estructural de una vía constituida por material granular natural o procesado, cuya función es distribuir las cargas del tránsito y brindar una superficie transitable.

Caracterización geotécnica

Conjunto de estudios de campo y laboratorio realizados para determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo, fundamentales para obras de ingeniería civil.

CBR (California Bearing Ratio)

Ensayo que mide la capacidad de soporte del suelo bajo condiciones específicas de carga y humedad, usado para diseñar afirmados y subrasantes.

Granulometría

Análisis que determina la distribución de tamaños de partículas de un suelo, lo cual influye en su compacidad, permeabilidad y comportamiento mecánico.

Límites de Atterberg

Conjunto de ensayos que definen el comportamiento plástico de un suelo, específicamente el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Compactación Proctor

Ensayo de laboratorio que determina la humedad óptima y la densidad máxima de un suelo para lograr su mejor compactación en campo.

Subrasante

Estrato inferior de una vía que sirve de base al afirmado o al pavimento, cuya calidad influye directamente en la durabilidad de la estructura vial.

Resistencia al corte

Capacidad de un suelo para resistir esfuerzos tangenciales, determinada comúnmente mediante ensayos como el corte directo.

Estabilización de suelos

Técnica de mejora que busca incrementar las propiedades mecánicas del suelo mediante aditivos como cal, cemento, ceniza u otros materiales.

Plasticidad

Propiedad que describe la capacidad del suelo para deformarse sin romperse; importante para prever asentamientos o deformaciones en vías no pavimentadas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

3.1.1 Ubicación Geopolítica

Tabla 1

Ubicación Geopolítica de la Zona de Estudio

| Región | Provincia | Distrito | Local/Sector |
|--------|-----------|-------------|--------------|
| Tumbes | Tumbes | San Jacinto | Plateros |

3.1.2 Ubicación Geodésica

Tabla 2

Ubicación Geodésica de la Zona de Estudio

| Coordenadas UTM (m) | | Datum Geodésico | Zona/Banda | Altitud m.s.n.m |
|---------------------|-----------|-----------------|------------|-----------------|
| Norte (m) | Este (m) | | | |
| 9595891.88 | 560446.13 | WGS84 | 17M | 11 msnm |

Nota. Esta tabla muestra las coordenadas geográficas de la zona de estudio en formato UTM (Universal Transverse Mercator), expresadas en metros. El sistema de referencia geodésico utilizado es el WGS84 (World Geodetic System), estándar global en cartografía y geolocalización. La Zona/Banda 17M corresponde al huso geográfico donde se localiza el área de estudio. La altitud está expresada en metros sobre el nivel del mar (msnm).

3.2 Materiales

Para el desarrollo de la presente investigación se emplearon materiales y equipos de campo, laboratorio y gabinete, que a continuación se detallaran.

3.2.1 Materiales y equipos de campo

- Picos
- Palas

- Winchas
- Libreta de campo
- Bolsas plásticas
- Lápiz, Lapicero
- Cámara fotográfica
- Barreta
- Saca muestra
- Estación total de topografía LEICA TS10
- Dron MAVIC 3E

3.2.2 Materiales, equipos de laboratorio

- Estufa
- Tamices
- Equipo de Granulometría UTEST
- Equipo de Proctor Modificado A&A INSTRUMENTS
- Equipo de CBR UTEST
- Balanza WANT

3.2.3 Materiales y equipos de gabinete

- Equipo de computación
- Impresora
- Hojas bond A-4
- Calculadora
- GEO5
- AutoCAD
- Civil 3D
- Microsoft Word

- Microsoft Excel
- ArcGIS 10.5
- Google Earth Pro.

3.3 Hipótesis

3.3.1 Hipótesis general

La caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro Viacrucis demuestra que este es apto para su utilización como material de afirmado en carreteras del distrito de San Jacinto – Tumbes, cumpliendo los estándares del MTC.

3.3.2 Hipótesis específicas

- El suelo de la cantera del cerro Viacrucis posee propiedades físicas adecuadas, tales como granulometría favorable, límites de Atterberg dentro de rangos aptos y densidad óptima, lo que favorece su aplicación en carreteras.
- La capacidad de soporte (CBR) y la resistencia al corte del suelo cumplen con los estándares técnicos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para el uso del afirmado en carretera.
- La viabilidad económica y ambiental de la explotación del suelo de la cantera del cerro Viacrucis en el distrito de San Jacinto será favorable si los volúmenes útiles estimados son adecuados, los costos de extracción y transporte son accesibles, y los impactos ambientales y sociales son mínimos conforme a la normativa vigente.

3.4 Variable Independiente: Propiedades geotécnicas del Suelo

3.4.1 Definición conceptual

Es el conjunto de métodos, técnicas y procedimientos empleados para identificar y cuantificar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de un suelo, con el fin de evaluar su comportamiento frente a cargas estructurales, su estabilidad y su aptitud para ser utilizado en obras de ingeniería civil, como afirmado de carreteras. Esta caracterización se fundamenta en normas técnicas nacionales e internacionales y

constituye una etapa fundamental en la planificación y diseño de infraestructuras viales (Das & Sobhan, 2018).

3.4.2 Definición operacional

Se midió a través de los siguientes parámetros técnicos, obtenidos mediante ensayos de campo y laboratorio realizados en muestras del suelo de la cantera del cerro Viacruzis:

- **Granulometría:** Distribución de tamaños de partículas, determinada por el ensayo de tamizado (ASTM D422).
- **Límites de Atterberg:** Incluyen el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (ASTM D4318).
- **Densidad y humedad óptima:** Obtenida mediante el ensayo Proctor modificado (ASTM D1557).
- **CBR (California Bearing Ratio):** Capacidad de soporte del suelo en condiciones naturales y compactadas (ASTM D1883).
- **Resistencia al corte:** Medida por el ensayo de corte directo (ASTM D3080), si se incluye en la investigación.

3.5 Variable dependiente: Capacidad del suelo como afirmado para carreteras

3.5.1 Definición conceptual

Es la capa estructural compuesta por materiales granulares (naturales o procesados), que forma parte de la estructura de una vía no pavimentada. Su función principal es distribuir adecuadamente las cargas del tránsito vehicular hacia las capas inferiores, ofreciendo una superficie de rodadura estable, resistente y durable. El afirmado debe cumplir con características técnicas mínimas establecidas por normativas como el Manual de Carreteras: Suelos, Geología y Geotecnia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014), especialmente en cuanto a resistencia, compacidad, granulometría y estabilidad frente a factores climáticos.

3.5.2 Definición operacional

En esta investigación, el afirmado se evaluó como la viabilidad técnica del suelo proveniente de la cantera del cerro Viacrucis para su uso como capa de afirmado en caminos rurales de San Jacinto. La variable fue operativizada mediante una serie de análisis de ensayos de laboratorio aplicados a muestras representativas del material, y evaluada con base en los criterios y especificaciones técnicas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC). Los indicadores técnicos considerados para la evaluación de esta variable son los siguientes:

- Granulometría adecuada: Se acepta si se encuentra dentro del rango especificado por el MTC para afirmado.
- Índice CBR mínimo: El suelo debe presentar un valor CBR mayor al 25 % en estado compactado para ser considerado apto (según MTC).
- Índice de plasticidad: Debe ser moderado (<12 %), ya que plasticidades altas generan deformaciones permanentes.
- Densidad seca máxima y humedad óptima: Determinadas mediante ensayo Proctor, deben permitir una compactación eficiente.
- Estabilidad mecánica: Comprobada a través de su resistencia al corte, si aplica.

El cumplimiento de estos parámetros permitió concluir si el suelo estudiado es técnicamente apto como afirmado según las normas peruanas vigentes.

3.6 Tipo de estudio y diseño de investigación

3.6.1 Tipo y enfoque de estudio

De acuerdo con el propósito de la investigación, se sustenta que la investigación fue de tipo Aplicativa-Descriptiva porque especifica las características geotécnicas del terreno y detalla cómo estas tienen un impacto al cumplimiento a los estándares técnicos establecidos para el afirmado de carreteras y el enfoque cuantitativo, mediante datos medibles (ensayos de laboratorio y de campo).

3.6.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se manipulan las variables del suelo, sino que se analizarán mediante observación directa y ensayos de laboratorio. Además, es transversal, porque los datos se recolectan en un único periodo temporal definido.

3.7 Población, muestra y muestreo

3.7.1 Población

La población estuvo conformada por el conjunto de suelos ubicados en la cantera del cerro Viacruzis, usables como material para afirmado de las carreteras de nuestra región. Tales como se muestra en las siguientes coordenadas: Norte: 9595891.88; Este: 560446.13

3.7.2 Muestra

La muestra estuvo conformada por el conjunto de unidades recolectadas en los diferentes sectores de la cantera del Cerro Viacruzis, considerando que serán sometidas a ensayos de laboratorio para su evaluación, como granulometría, límites de Atterberg, densidad seca y húmeda, CBR y resistencia al corte. El laboratorio acreditado donde se realizaron los ensayos fue en la sede del Gobierno Regional de Tumbes.

3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron diversas técnicas para la recolección de datos, entre ellas el muestreo realizado en el terreno, la observación directa del suelo, y la ejecución de ensayos en el laboratorio. Las muestras de suelo se extrajeron en la cantera del cerro Viacruzis y se llevaron a un laboratorio, donde se evaluaron sus propiedades geotécnicas con equipos especializados, siguiendo los estándares establecidos por las normas ASTM y las especificaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Trabajos de campo

- Delimitación de la cantera
- Extracción de muestras mediante calicatas.
- Ensayos in situ en el área de estudio (densidad, penetración, humedad, entre otros)

Ensayos de laboratorio

- Análisis granulométrico
- Límites de Atterberg (LL, LP, IP)
- Ensayo de Proctor modificado
- CBR (índice de soporte california)

Evaluación y análisis

- Interpretación de resultados según normativas técnicas.
- Análisis comparativo con parámetros para material de afirmado.
- Estimación de volumen útil

3.9 Procesamiento y análisis

El procesamiento de datos se realizó a partir de la información recolectada en campo y en laboratorio. Las muestras de suelo se analizaron bajo parámetros técnicos como el ASTM y las especificaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Los resultados de los hallazgos en campo se procesaron mediante tablas, gráficos, fichas de resultados para facilitar su análisis e interpretación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados

4.1.1 Propiedades del suelo de la cantera

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las muestras de suelo analizadas que correspondieron a 4 calicatas, cuyo detalle completo se muestra en el anexo 4. La tabla 3 muestra las características físicas, mecánicas y químicas.

Tabla 3

Características físicas, mecánicas y químicas del suelo

| Parámetros evaluados | Resultados |
|---|---|
| Características físico-mecánicas | |
| Geología | Depósitos fluvio – aluviales, mezcla de arenas y gravas, clastos sub redondeados a sub angulosos, derivados de rocas intrusivas y sedimentarias |
| Clasificación | GP – arenas gravosas con pobre gradación con aceptable graduación granulométrica |
| Porcentaje de gravas | 49.00% a 52.00% |
| Porcentaje de arenas | 45.00% a 48.00% |
| Porcentaje de finos | Inferior a 3% |
| Módulo de Fineza | 2.50 a 2.90 |
| Peso específico de gravas | 2.60 a 2.63 |
| Absorción de gravas | Inferior a 1.50% |
| Peso específico de las arenas | 2.60 a 2.62 |
| Absorción de arenas | Inferior a 1.50% |
| Durabilidad | Agregado grueso: Inferior a 9.30% Agregado fino: 8.40% |
| Abrasión los ángeles | Inferior a 24.00% |
| Características químicas | |
| SST | 200.00 ppm |
| Sulfatos | 23.00 ppm |
| Cloruros | 74.00 ppm |
| pH | 8.0 |

El análisis del suelo en el área de estudio revela la presencia de depósitos aluviales con composición granular apta para la producción de agregados de construcción. Si bien la distribución granulométrica se sitúa en rangos aceptables, los módulos de fineza superan ligeramente el óptimo recomendado (2.2-2.8), lo que podría incidir en el manejo de consistencia en mezclas de concreto.

Por otro lado, los ensayos de durabilidad muestran valores satisfactorios, con pérdidas inferiores al 9% que se encuentran dentro de los límites normativos. Los pesos específicos registrados (superiores a 2.58) confirman una densidad adecuada del material, mientras que los análisis químicos descartan riesgos de agresividad al concreto. Estas características, aunque técnicamente viables, sugieren la necesidad de una explotación selectiva que priorice las zonas de mejor calidad granulométrica y mayor volumen aprovechable, optimizando así la rentabilidad del proyecto y garantizando estándares consistentes en la producción.

A fin de verificar el comportamiento del material compactado en condiciones reales, se realizó un ensayo de densidad en campo (ver anexo 5), cuyos resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4
Resultados del ensayo de densidad en campo

| Punto de ensayo | Capa evaluada | Densidad húmeda (g/cm ³) | Humedad (%) | Densidad seca del suelo (g/cm ³) | Densidad seca máx. Proctor (g/cm ³) | Grado de compactación (%) | Evaluación de la capa |
|-----------------|---------------|--------------------------------------|-------------|--|---|---------------------------|-----------------------|
| 03+700 | Quinta | 2.150 | 7.3 | 2.003 | 2.013 | 99.52 | Aprobado |
| 03+750 | Quinta | 2.160 | 7.4 | 2.011 | 2.013 | 99.92 | Aprobado |

Los resultados de la tabla 4 muestran que el material compactado alcanzó grados de compactación superiores al 95% de la densidad seca máxima, lo cual cumple con las especificaciones establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para materiales de afirmado y confirma la calidad del suelo y su aptitud para ser usado en la conformación de capas de afirmado.

4.1.2 Capacidad de soporte del suelo de la cantera

La tabla 5 muestra el resultado del ensayo de capacidad de carga de california en las muestras obtenidas en las 4 calicatas evaluadas.

Tabla 5

Características físicas, mecánicas y químicas del suelo

| Calicata | CBR (95%) | CBR (100%) |
|-----------------|------------------|-------------------|
| Calicata 1 | 26.60% | 39.60% |
| Calicata 2 | 24.40% | 38.80% |
| Calicata 3 | 26.10% | 39.60% |
| Calicata 4 | 22.50% | 36.90% |

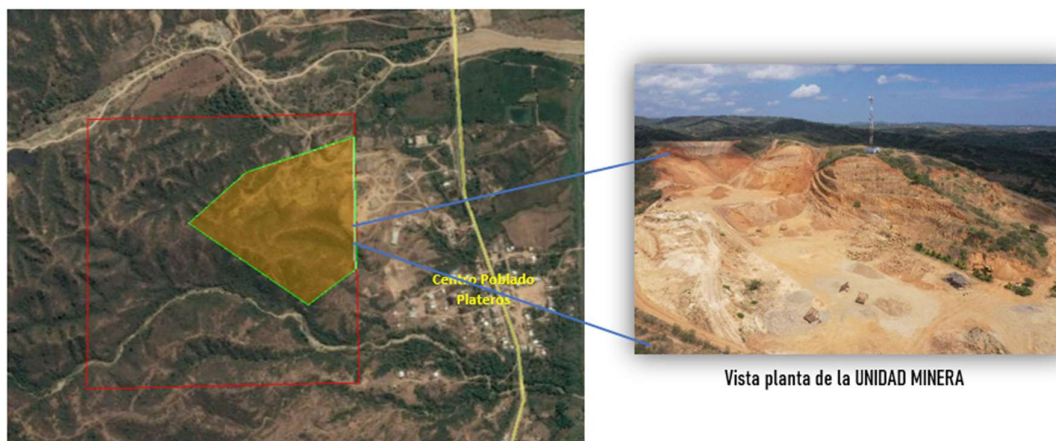
Los ensayos de CBR realizados en las cuatro calicatas evidencian un comportamiento mecánico consistente y favorable para su uso en obras de infraestructura. Los valores obtenidos bajo compactación al 95% del Proctor Standard, que oscilan entre 22.5% y 26.6%, superan ampliamente el umbral mínimo del 20% usualmente requerido para sub-bases, lo que refleja una adecuada capacidad de soporte del material en condiciones de compactación típicas. Más significativo aún es el desempeño bajo compactación máxima (100%), donde los valores se sitúan entre 36.9% y 39.6%, demostrando el potencial estructural del material cuando es óptimamente compactado, alcanzando rangos propios de materiales para base. Si bien se observa cierta variabilidad entre puntos – particularmente la Calicata 4 con valores ligeramente inferiores–, la homogeneidad general de los resultados refuerza la viabilidad geotécnica del área prospectada.

4.1.3 Viabilidad económica y ambiental de la explotación

A continuación, se presenta la información recopilada que respalda la evaluación de la viabilidad económica y los posibles impactos ambientales estimados con la explicación de la cantera. Primeramente, se muestra en la tabla 6 y la figura 1 los puntos geográficos que delimitan el área de la cantera.

Tabla 6*Ubicación, área y perímetro de la cantera*

| Vértice | Coordenadas | | | | Área (Has) | Perímetro (ml) |
|---------|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------|---------------|-------------------|
| | Sistema de Proyección: UTM | | Sistema de Proyección: UTM | | | |
| | Datum: PSAD 56 - Zona 17M | | Datum: WGS 84 - Zona 17M | | | |
| | Este (m) | Norte (m) | Este (m) | Norte (m) | | |
| V-01 | 561000.00 | 9596914.01 | 560742.44 | 9596541.07 | | |
| V-02 | 560592.53 | 9596787.60 | 560334.97 | 9596414.66 | | |
| V-03 | 560382.27 | 9596599.33 | 560124.71 | 9596226.39 | 23.413408 | 1960.49 |
| V-04 | 560817.74 | 9596289.90 | 560560.18 | 9595916.96 | | |
| V-05 | 560999.85 | 9596420.95 | 560742.29 | 9596048.01 | | |

Figura 1*Delimitación del área de la cantera*

La accesibilidad a la Unidad Minera se realiza por vía carretera Panamericana; saliendo de Tumbes a 17.00 Km llegando al Distrito de San Jacinto, para luego tomar un desvío a la derecha a la altura del Sector Plateros a una distancia de 200 m para llegar al Área de la Unidad Minera “CERRO VIACRUCIS 2005”, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7*Accesibilidad vial a la cantera*

| Desde | Hasta | Tipo de vía | Distancia (Km) | Tiempo (Horas) |
|--------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tumbes | San Jacinto | Asfaltada | 17 | 0.25 |
| San Jacinto | Área de Unidad Minera | Trocha Carrozable | 0.2 | 0.05 |
| Total | | | 17.2 | 0.3 |

Por su parte, la evaluación económica consideró las reservas probadas, probables y el tiempo de vida útil de la actividad minera de explotación. En relación a ello, la altura de los bancos en el proyecto se rige por el tamaño del equipamiento de arranque, extracción y de carga a emplear, de lo cual se consideró la dimensión de altura máxima de una excavadora, que, sumado a las propiedades mecánicas de la roca existente en el área, se estimaron los siguientes parámetros:

- Banco de afirmado: 15.00 m
- Ángulo de talud: 56°
- Ángulo de trabajo: 35°
- Ángulo final: 60°
- Pendiente máxima de rampa: 10%

Así, la tabla 8 muestra la cantidad de reserva probadas, es decir, aquellas que existen en zonas conocidas y explotadas que han sido descubiertas y desarrolladas, que indican volúmenes de material que se pueden extraer inmediatamente.

Tabla 8*Reservas probadas*

| Área de extracción | Área (m ²) | Altura de banco (m) | Volumen de reserva probada | | |
|----------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | | | Volumen (m ³) | Peso específico (g/cm ³) | Toneladas métricas (TM) |
| Área intervenida 1 | 15,000.00 | 15.00 | 225,000.00 | 1.20 | 270,000.00 |
| Área intervenida 2 | 16,310.00 | 15.00 | 244,650.00 | 1.20 | 293,580.00 |
| Área intervenida 3 | 11,600.00 | 15.00 | 174,000.00 | 1.20 | 208,800.00 |
| Área intervenida 4 | 15,600.00 | 15.00 | 234,000.00 | 1.20 | 280,800.00 |
| Área intervenida 5 | 12,400.00 | 15.00 | 186,000.00 | 1.20 | 223,200.00 |
| Volumen total de reserva probada | | | | | 1,276,380.00 |

De manera similar, para las reservas probables se consideró aquellas de las que no se dispone de suficiente información geológica para asegurar el volumen de material a recuperar, aunque estén identificados los volúmenes del yacimiento en general, tales que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9*Reservas probables*

| Área de extracción | Área (m ²) | Altura de banco (m) | Volumen de reserva probada | | |
|-----------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | | | Volumen (m ³) | Peso específico (g/cm ³) | Toneladas métricas (TM) |
| Área intervenida 1 | 24,500.00 | 12.00 | 294,000.00 | 1.20 | 352,800.00 |
| Área intervenida 2 | 10,000.00 | 12.00 | 120,000.00 | 1.20 | 144,000.00 |
| Área intervenida 3 | 8,400.00 | 12.00 | 100,800.00 | 1.20 | 120,960.00 |
| Volumen total de reserva probable | | | | | 617,760.00 |

Entretanto, la vida útil del yacimiento está en función a las reservas probadas y la producción estimada anual, para lo cual se consideró una producción diaria de 150 TM/día, obteniéndose el tiempo de vida útil como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10

Tiempo de vida útil

| Reserva Probada (TM) | Producción diaria (m³/día) | Producción diaria (TM/día) | Producción Anual (TM/año) | Tiempo de vida útil (años) |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1,276,380.00 | 150.00 | 180.00 | 51,840.00 | 25 |

Aunado a lo anterior, se estimaron los ratios de producción según tipo de material, como se muestran en la tabla 11.

Tabla 11

Producción según tipo de material

| Tipo de producto | Cantidad Extraída día por día (TM/día) | Producción por mes (TM/mes) |
|-------------------------|---|------------------------------------|
| Gravas (50.00%) | 90.00 | 2,160.00 |
| Arenas (30.00%) | 54.00 | 1,296.00 |
| Finos (20.00%) | 36.00 | 864.00 |

El proyecto para la explotación consiste entonces en la instalación de una planta de chancado primario para la producción de materiales agregados para la construcción civil, con productos finales piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", piedra chancada $\frac{1}{2}$ ", arena chancada de $\frac{1}{4}$ ", hormigón <1/2", arena <3/8", piedra base, piedra chancada $\frac{3}{4}$ " u otros agregados de construcción, adecuando las actividades del proyecto a las exigencias de las regulaciones ambientales existentes, incorporándose los criterios de conservación ambiental en las operaciones de producción.

La actividad de chancado de mineral no metálico (piedra over <7 pulgadas) consisten en la reducción en tamaño de la piedra over inicial, proveniente de lugares autorizados de río o quebrada, obteniendo los productos finales comerciales en base a la demanda del mercado. De esta manera, las operaciones a realizar para el chancado primario del mineral no metálico se definieron de la siguiente manera:

- Recepción de materia prima en planta: La piedra over (materia prima) y otros materiales de la construcción, son transportado desde lugares de extracción autorizados, ubicados en rio y quebradas, mediante volquetes de 15 – 17 m³ hasta el área destinada para su apilamiento.
- Carguío: La piedra over es cargada mediante un cargador frontal desde el lugar de apilamiento de materia prima hasta la tolva de alimentación de la chancadora, para su respectivo chancado y clasificación. Así mismo, otros materiales de la construcción son cargados mediante una retroexcavadora desde el lugar de apilamiento de materia prima hasta el área de zarandas, para que sean clasificados según su tamaño.
- Almacenamiento en tolva: En una tolva la capacidad de almacenamiento se determina teniendo en cuenta su forma geométrica, la granulometría y densidad aparente del mineral.
- Chancado: Los materiales gruesos colocados en la tolva de 6m³ del sistema de chancado, son previamente regados con agua de manera manual para evitar la expansión del material particulado, luego pasan a la chancadora para reducir las dimensiones de la materia prima. Es preciso indicar que los productos de mayor dimensión (piedra > 2 pulgadas) son retornados al circuito; en ese sentido, no existe material de descarte.
- Rampa de alimentación: Teniendo en consideración características mecánicas físicas de la planta de chancado, y equipos, se elige la altura de plataforma de alimentación, proyectando una rampa con un ancho de berma de seguridad de 2.00 metros. La gradiente de la rampa será del 15% en tramo corto y de la berma de seguridad servirá de protección del personal y otros.
- Proceso Productivo: Es la etapa que consiste en la reducción en tamaño del mineral inicial de gran tamaño obtenido de la cantera. Este material será procesado en la planta.
- Triturado primario: La piedra una vez almacenada pasa a una primera etapa de chancado, la cual está encargada una máquina.
- Transporte: Luego del proceso de triturado, el material será transportado mediante una faja a una zaranda la cual distribuirá los diferentes tipos de

materiales para ser acopiados en diferentes sectores de la planta. Las fajas a su vez sirven para transportar el mineral a diferentes partes de la sección en forma cómoda, limpia, económicas y rápida.

- Almacenamiento: La piedra chancada y arena gruesa obtenidos son almacenados en la cancha de mineral no metálico. Esta deberá contar con una cama de 10 cm de material de su misma característica para asegurar la calidad, así mismo, se debe considerar la posición de la arena y la piedra para evitar que la polución originada de la fricción durante el apilado entre piedras y no contamine la arena.
- Transporte: Estos productos serán destinados a la venta a terceros y consumo interno. El transporte del material de agregado estará a cargo de terceros, cuyas unidades contarán con mantas de protección que cubren toda la carga para evitar la dispersión de material particulado y polvo en su trayecto.
- Comercialización: Cada uno de los productos será apilado independientemente para su despacho, hasta este punto se acercarán los camiones volquetes para adquirir estos productos, los cuales se comercializarán o abastecerán a obras.

Considerando lo anterior, el Valor Bruto Potencial de la Reserva Probada, que corresponde al valor de mercado estimado del material explotable antes de deducir los costos de operación, se determinó considerando un precio de S/ 60.00 por m³ de material, dando como resultado lo mostrado en la tabla 12 a continuación.

Tabla 12

Valor bruto potencial de la reserva probada

| Volumen de Reserva Probada (m³) | Precio de Venta Unitario (S/m³) | Valor Bruto Potencial (S/) |
|---|---|-----------------------------------|
| 1,063,650.00 m ³ | S/. 60.00 / m ³ | S/ 63,819,000.00 |

Aunado a lo anterior, en relación a la explotación de la cantera, el plan de manejo ambiental y medidas de mitigación, prevención y control de los impactos ambientales se enmarca en la estrategia de conservación del ambiente, que será aplicado durante y después del desarrollo de la actividad de chancado primario de minerales no metálicos, considerando las acciones presentadas en la tabla 13.

Tabla 13*Medidas de mitigación, prevención y control de impactos ambientales*

| Manejo ambiental y medidas de mitigación | |
|---|---|
| Acción N° 1 | |
| Actividad | Recepción de materia prima en planta |
| Aspecto ambiental | Generación de ruido, emisiones y material particulado |
| Impacto ambiental | Alteración de la calidad de Aire, Flora y Fauna |
| Medidas de Manejo ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un programa de mantenimiento regular de los equipos, vehículos y maquinarias, para controlar las emisiones de gases de combustión de los motores diésel, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx); se procurará que dichos mantenimientos sean realizados en talleres formales. • Cubrir la tolva de los volquetes que transportan material extraído (materia prima) para evitar la dispersión de partículas y caída de material en la vía. • Controlar las emisiones de material particulado en las vías de acceso interno área de intervención, realizando un riego con agua no potable con camiones cisterna o medios similares. • Regular la velocidad del tránsito en la zona de trabajo, a fin de que no se levanten nubes de polvo durante el movimiento de maquinaria y vehículos. |
| Acción N° 2 | |
| Actividad | Carguío |
| Aspecto ambiental | Generación de ruido, emisiones y material particulado |
| Impacto ambiental | Alteración de la calidad de Aire, Flora y Fauna |
| Medidas de Manejo ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un programa de mantenimiento regular de los equipos, vehículos y maquinarias, para controlar las emisiones de gases de combustión de los motores diésel, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx); se procurará que dichos mantenimientos sean realizados en talleres formales. • Controlar las emisiones de material particulado en las vías de acceso interno de la Unidad Minera realizando un riego con agua no potable con camiones cisterna o medios similares. • Regular la velocidad del tránsito en la zona de trabajo, a fin de que no se levanten nubes de polvo durante el movimiento de maquinaria y vehículos. La implementación de esta medida se realizará a través de la implementación de carteles de señalización. • Los vehículos de transporte de materia prima y producto terminado, evitarán el uso de las bocinas, salvo para casos de emergencia o prevención de accidentes, o para las curvas pronunciadas que así lo requieran de acuerdo a la señalización en los accesos. |
| Acción N° 3 | |
| Actividad | Chancado |
| Aspecto ambiental | Generación de ruido, emisiones y material particulado |
| Impacto ambiental | Alteración de la calidad de Aire, Flora y Fauna |

| Manejo ambiental y medidas de mitigación | |
|---|--|
| Medidas de Manejo ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • La chancadora debe tener un sistema de riego manual para humedecer el mineral no metálico y minimizar la generación del polvo. • Insonorizar el motor de la chancadora mediante encapsulamiento y/o utilización de equipos silenciadores u otros similares. |
| Acción N° 4 | |
| Actividad | Clasificación |
| Aspecto ambiental | Generación de ruido, emisiones y material particulado |
| Impacto ambiental | Alteración de la calidad de Aire, Flora y Fauna |
| Medidas de Manejo ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Debe tener un sistema de riego manual de agua para humedecer el mineral no metálico y minimizar la generación de polvo. |
| Acción N° 5 | |
| Actividad | Almacenamiento y comercialización |
| Aspecto ambiental | Generación de ruido, emisiones y material particulado |
| Impacto ambiental | Alteración de la calidad de Aire, Flora y Fauna |
| Medidas de Manejo ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un programa de mantenimiento regular de los equipos, vehículos y maquinarias, para controlar las emisiones de gases de combustión de los motores diésel, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx); se procurará que dichos mantenimientos sean realizados en talleres formales. • Exigir que los volquetes que ingresan para ser cargados de material o producto terminado deban contar con recubrimiento en la tolva, a fin de evitar la dispersión de partículas y caída de material en la vía. • Controlar las emisiones de material particulado en las vías de acceso interno de la Unidad Minera, realizando un riego con agua no potable con camiones cisterna o medios similares. • Regular la velocidad del tránsito en la zona de trabajo, a fin de que no se levanten nubes de polvo durante el movimiento de maquinaria y vehículos. |
| Acción N° 6 | |
| Actividad | Recepción, carguío, chancado, clasificación y comercialización |
| Aspecto ambiental | Generación de residuos no peligrosos |
| Impacto ambiental | Alteración de la calidad de Suelo, Aire, Flora y Fauna |
| Medidas de Manejo ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el manejo de los Residuos Sólidos de acuerdo al D.L. N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, su actualización D.L. N° 1501 y su reglamento aprobado mediante D.S N° 014-2017-MINAM y actualización, o la que haga de sus veces. Se deberá considerar como mínimo las siguientes fases en el manejo de residuos sólidos: Generación y segregación en origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, disposición final. • Contar con zonas de almacenamiento central. Las zonas asignadas para almacenamiento central de residuos no peligrosos deben estar separadas de las de residuos peligrosos. • Las zonas asignadas para almacenamiento central de residuos no peligrosos reutilizables y reciclables, son separados de aquellos |

Manejo ambiental y medidas de mitigación

residuos no peligrosos que son inservible. El tiempo de permanencia de los residuos reciclables en el almacenamiento central tendrá una permanencia máxima de un año; sin embargo, para los residuos no reciclables tendrán una permanencia máxima de un (1) mes.

- Las zonas de acopio de residuos en la fuente y de almacenamiento central están adecuadamente acondicionadas en zonas impermeabilizadas, con protección frente a lluvias y de pendiente adecuadas.
- Manejo de piezas o partes de equipos mecánicos: Las piezas o partes mecánicas no reutilizables serán dispuestas en contenedores o en la zona de almacenamiento temporal de chatarra, previa limpieza de los hidrocarburos impregnados en las piezas o partes mecánicas. La chatarra será comercializada a través una EC-RS. El tiempo máximo de permanencia de los residuos en la zona de almacenamiento temporal será de un (1) año.
- Manejo de chatarra: Para el almacenamiento temporal de chatarra, en las áreas operativas se debe utilizar contenedores o cilindros de color amarillo. La chatarra será dispuesta en una zona de almacenamiento temporal de chatarra acondicionada para tal fin, debidamente impermeabilizada y protegida de la lluvia, para posteriormente ser transportada y comercializada por una EC-RS.
- Diseño e implementación del Plan de manejo de residuos sólidos, de acuerdo al D.S N° 014-2017-MINAM y actualización.
- Implementar contenedores necesarios para separar los residuos sólidos, según tipos y utilizando el código de colores para almacenamiento de residuos, Norma Técnica Peruana NTP 900.058 2019, se adjunta código de colores.

Los contenedores para los residuos no peligrosos son implementados en cada lugar o área de trabajo donde se genera residuos, de acuerdo al tipo de residuo.

- Promover la segregación, el reúso y el reciclaje como instrumento de disminuir la generación de residuos sólidos.
- Cuantificar la generación de residuos por cada uno de sus tipos. Llevar un registro diario.

Acción N° 7

Actividad

Recepción, carguío, chancado, clasificación y comercialización

Aspecto ambiental

Generación de residuos peligrosos

Impacto ambiental

Alteración de la calidad de Suelo, Aire, Flora y Fauna

Medidas de Manejo ambiental

- Realizar el manejo de los Residuos Sólidos de acuerdo al D.L. N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, su actualización D.L. N° 1501 y su reglamento aprobado mediante D.S N° 014-2017-MINAM y actualización, o la que haga de sus veces.
- Implementar contenedores necesarios para separar los residuos sólidos, según tipos y utilizando el código de colores para almacenamiento de residuos, Norma Técnica Peruana NTP 900.058 2019, se adjunta código de colores.
- Los contenedores para los residuos peligrosos son implementados en cada lugar o área de trabajo donde se genera residuos de acuerdo al tipo de residuo que se genera.

Manejo ambiental y medidas de mitigación

- Promover la segregación, el reúso y el reciclaje como instrumento de disminuir la generación de residuos sólidos.
 - Prohibir la quema de residuos en el área de operación.
 - Cuantificar la generación de residuos por cada uno de sus tipos. Llevar un registro diario.
 - Manejo de residuos y suelo impregnado con hidrocarburos o sustancias químicas: Los trapos impregnados, previamente exprimidos, son almacenados temporalmente en cilindros de color rojo acondicionados para este fin. La tierra o suelo impregnado con hidrocarburos recogida producto de los derrames es evacuada hacia la cancha de volatilización o podrá ser trasladada y dispuesta por una EO-RS.
 - Manejo de aceite usado o residual: el aceite residual se traslada y almacena en recipientes metálicos o de plástico.
 - Manejo de desechos electrónicos: Los desechos electrónicos son almacenados en contenedores o almacenes debidamente preparados para este fin. Estos lugares deberán ser cerrados, aireados y seguros.
-

De esta forma, la explotación de la cantera presenta impactos ambientales significativos, principalmente por la generación de material particulado durante las operaciones de chancado, transporte y almacenamiento, que afectaría la calidad del aire y podría impactar la flora y fauna local. Adicionalmente, las emisiones sonoras de la maquinaria y vehículos generarían contaminación acústica en el área de influencia.

Socialmente, se anticipa una alteración en la transitabilidad local debido al incremento de tráfico pesado, potencial afectación a la salud de la población vecina por la exposición a partículas en suspensión, y posibles conflictos por el uso de recursos hídricos para el control de polvo.

Si bien el proyecto contempla medidas de mitigación como sistemas de riego, cubiertas para transporte y programas de mantenimiento, la efectividad de estas medidas dependerá de su implementación rigurosa y monitoreo continuo. Así, el éxito del proyecto en el distrito estará supeditado a la capacidad de equilibrar la producción con la protección ambiental y la convivencia armónica con las comunidades aledañas.

4.2 Discusión

Se ha identificado y evaluado el potencial de recursos minerales no metálicos en la cantera, que al ser mezclado con dosificaciones de cada uno de los materiales da como resultado un material conocido como afirmado, cuyo uso general es para mejorar suelos, en carreteras, edificaciones, defensas ribereñas y otros; dichos materiales hacen atractiva su explotación, por lo que representa un punto de interés económico que requería ser evaluado para verificar su viabilidad.

Así, respecto al objetivo de determinar las propiedades físicas del suelo de la cantera, los resultados revelan que el material presenta una composición granular predominantemente gruesa, con contenidos de gravas entre 49-52% y arenas entre 45-48%, y un porcentaje de finos inferior al 3%, por tanto, se clasificó el suelo como arenas gravosas con pobre gradación. Estos hallazgos guardan similitud con lo reportado por León Quiroz (2024) en su caracterización del suelo granulado de la cantera de Cañaveral, donde identificó materiales con distribuciones granulométricas favorables para uso directo en afirmados, existiendo entonces coincidencia en la predominancia de fracciones gruesas entre ambos estudios que puede atribuirse a condiciones geológicas regionales compartidas, asociadas a depósitos fluvio-aluviales cuaternarios.

Lo anterior concuerda parcialmente con los hallazgos de De la Cruz Rosas (2024), quien identificó composiciones granulométricas desfavorables que requerían tratamiento previo para uso como afirmado estructural, no obstante, en su caso las deficiencias granulométricas eran más severas, requiriendo la adición de agregados más gruesos o estabilizantes químicos, lo cual no se ha considerado necesario en el presente caso. Así mismo, el resultado contrasta con lo reportado por Fernández Valverde (2021) en suelos residuales tropicales de clima húmedo, donde se identificaron propiedades como plasticidad elevada y granulometría deficiente, requiriendo estabilización química para mejorar su uso como subrasante.

Respecto a ello, cabe destacar que la gradación del suelo afecta directamente su capacidad de compactación, resistencia al corte y permeabilidad. Como se evidenció en los resultados, los suelos pobremente graduados (GP) tienden a

presentar mayor porcentaje de vacíos y requieren mayor esfuerzo de compactación para alcanzar densidades adecuadas. Esta condición se manifiesta en los módulos de fineza entre 2.50 y 2.90, que superan ligeramente el rango óptimo para agregados de construcción, que, si bien esto no compromete la viabilidad de explotación del yacimiento, puede incidir en la deseabilidad del material a obtener, ya que puede afectar la trabajabilidad y consistencia requeridas en obra. No obstante, como lo demuestran los valores de CBR obtenidos, esta limitación puede ser compensada mediante procesos de compactación adecuadamente controlados, garantizando así el cumplimiento de los estándares requeridos para su uso en afirmado de carreteras.

Este último aspecto adquiere particular relevancia al considerar los hallazgos de Castro Balcázar (2023), quien documentó reducciones significativas en el CBR de suelos afirmados sometidos a ciclos de humedad y secado en Perú, subrayando la importancia de caracterizaciones bajo condiciones reales de campo. En el caso de la cantera del cerro Viacruz, la baja absorción del material sugiere que presentaría mayor resistencia a este tipo de deterioro comparado con materiales más porosos o con mayor contenido de finos, lo cual constituye una ventaja competitiva para su uso en afirmados en la región Tumbes, caracterizada por periodos alternados de sequía y lluvias intensas asociadas al Fenómeno El Niño.

En síntesis, las propiedades determinadas confirman que el material de la cantera presenta características generalmente favorables para su uso como afirmado, con cumplimiento de la mayoría de especificaciones técnicas vigentes. La principal limitación identificada radica en la pobre gradación (clasificación GP) y los módulos de fineza ligeramente elevados, aspectos que, si bien no invalidan su uso, sugieren la necesidad de una explotación selectiva que priorice las zonas de mejor calidad granulométrica, o alternatively, la implementación de mezclas con materiales complementarios para optimizar la gradación, como sugiere lo reportado por De la Cruz Rosas (2024), y resulta técnica y económicamente más viable que la estabilización química propuesta por otros autores para materiales con deficiencias más severas.

Respecto al objetivo de analizar la capacidad de soporte (CBR), los ensayos realizados en las calicatas revelaron valores de CBR al 95% del Proctor Standard

que oscilan entre 22.5% y 26.6%, mientras que bajo compactación al 100% se obtuvieron valores entre 36.9% y 39.6%. Estos resultados son notablemente superiores al umbral mínimo del 20% establecido por el MTC (2013) para materiales de sub-base en pavimentos, e incluso alcanzan rangos típicos de materiales para base granular cuando se compactan óptimamente. Igualmente, presentan una similitud con lo reportado por Cornejo Urviola (2023) en su evaluación geotécnica de suelos en la carretera San Jacinto-Aguas Verdes, quien identificó CBR entre 16% y 20%, sin embargo, los valores del presente estudio resultan superiores.

De este modo, la recomendación de Cornejo Urviola (2023) de aplicar estabilización con cal o mezcla con agregados bien graduados para mejorar la capacidad portante resulta innecesaria para el material de la cantera estudiada, dado que sus valores de CBR superan los requisitos normativos sin necesidad de tener que aplicar un tratamiento adicional, y similarmente, contrasta con Reyes Hidalgo (2021) en la carretera Huancabamba-La Peca, donde los resultados determinaron la necesidad de estabilización. Se distancia también de lo mencionado por Chara Umire (2022) en Arequipa respecto a la estabilización mediante cal hidratada, que implicaría costos adicionales de materiales y mano de obra y equipos. Por el contrario, se alinea con los hallazgos de León Quiroz (2024), quien apoya que materiales tipo GW de características similares pueden emplearse directamente como afirmado siempre que se verifique una compactación adecuada.

Igualmente, la consistencia de los valores de CBR entre las calicatas evaluadas evidencia una calidad homogénea del material a lo largo del área prospectada, todo lo cual contrasta con la variabilidad reportada por Fernández Valverde (2021), donde las propiedades geotécnicas mostraban cambios significativos en distancias cortas debido a variaciones en el grado de meteorización de la roca madre y las condiciones topográficas y de drenaje local. No obstante, es importante destacar que la efectividad del material en campo dependerá críticamente de alcanzar niveles de compactación adecuados durante la construcción, como señalan Salazar Muñoz (2021) y Mestas Pacompia (2023).

En síntesis, la capacidad de soporte del material de la cantera del cerro Viacrucis confirma su aptitud técnica para uso en afirmado de carreteras sin necesidad de estabilización, y al mismo tiempo, la homogeneidad de los resultados entre

calicatas respalda la confiabilidad del yacimiento como fuente de material de construcción.

Respecto al objetivo de comparar la viabilidad económica y ambiental de la explotación, las reservas probadas alcanzan 1,276,380 TM, con reservas probables adicionales de 617,760 TM. Se ha considerado una producción estimada de 150 TM/día, que, según la densidad, es equivalente a 180 m³/día, y operando en un régimen de 24 días por mes, que resultan 288 días al año, el tiempo de vida útil calculado es de 25 años basándose únicamente en las reservas probadas. Así, el Valor Bruto Potencial de la Reserva Probada calculado es de S/63,819,000.00, considerando un precio conservador de S/60.00 por m³, todo lo cual representa el ingreso máximo teórico del proyecto antes de deducir costos operativos. En este sentido, se cumple la hipótesis de la investigación.

Aunado a lo anterior, considerando los ratios de producción establecidos (50% gravas, 30% arenas, 20% finos), la diversificación de productos representa una ventaja comercial, ya que permite atender diferentes segmentos del mercado de construcción, esto porque las gravas y arenas graduadas tienen aplicación en concretos, morteros, afirmados y bases granulares, mientras que los finos, aunque de menor valor comercial, pueden emplearse en rellenos compactados o incorporarse como material de mezcla en determinadas aplicaciones.

Igualmente, es destacable que la ubicación del proyecto resulta ventajosa, desde Tumbes por la carretera Panamericana asfaltada y solo 200 m de trocha carrozable hasta el área de explotación, lo que implica costos de transporte relativamente bajos comparados con canteras más remotas, ello representa una ventaja como lo destacaron Salazar Muñoz (2021) y Castillo Rogel (2022) en sus estudios en Zarumilla y Papayal respectivamente, quienes señalaron que la utilización de materiales locales reduce significativamente los costos de transporte, uno de los componentes más onerosos en la comercialización de agregados.

Sin embargo, la viabilidad económica es un tema que debe evaluarse en conjunto con las consideraciones ambientales y sociales, en lo cual, se identificó como aspectos críticos la generación de material particulado, la generación de ruido por maquinaria y equipos de chancado, la generación de residuos sólidos peligrosos

(aceites usados, trapos impregnados, filtros) y no peligrosos (chatarra, envases, residuos domésticos), como también la alteración visual del paisaje, por tanto, se afectaría principalmente la calidad del aire, y también podrían tener efectos sobre la flora, fauna local y la población del distrito de San Jacinto. Similarmente, los impactos sociales anticipados incluyen la alteración de la transitabilidad local por incremento de tráfico pesado, que podría afectar a otras actividades económicas del distrito y causar molestias a residentes, también que lo anterior puede potencialmente incidir sobre la salud de los pobladores por exposición a partículas en suspensión si las medidas de control de polvo resultan insuficientes. Ello es relevante por cuanto la experiencia de proyectos similares en el país demuestra que la legitimidad social es tan crítica como los permisos formales para la viabilidad de largo plazo de operaciones extractivas.

En este sentido, Rodríguez Pérez (2022) y López Martínez (2020) sostienen que la sostenibilidad requiere considerar por una parte la eficiencia técnica y económica, pero también los impactos ambientales y sociales, adoptando soluciones que minimicen externalidades negativas y maximicen los beneficios para las comunidades locales. Por tanto, considerando lo mencionado, el éxito de la cantera del cerro Viacruz dependerá, en última instancia, de la capacidad para operar mientras se respeta el ambiente y se contribuye al desarrollo sostenible del distrito de San Jacinto y la región Tumbes.

V. CONCLUSIONES

En cuanto al objetivo general de la investigación, la caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro Viacruz confirma su aptitud técnica para uso en afirmado de carreteras en el distrito de San Jacinto, Tumbes 2025, al cumplir con los estándares normativos en propiedades físicas, capacidad de soporte y parámetros económicos-ambientales.

Respecto al primer objetivo específico, el suelo se caracteriza por una clasificación GP con contenidos de grava (49-52%) y arena (45-48%), módulos de fineza entre 2.50-2.90 y densidades mayores a 2.60 g/cm³, que cumplen con los requisitos para materiales de afirmado, requiriendo solo compactación controlada para optimizar su desempeño.

Respecto al segundo objetivo específico, se concluye que los valores de CBR oscilan entre 22.5%-39.6%, por tanto, demuestran una capacidad de soporte superior a los estándares mínimos exigidos para sub-bases y bases, validando la resistencia mecánica del material sin necesidad de estabilización adicional.

Respecto al tercer objetivo específico, la explotación de la cantera presenta viabilidad económica con un valor bruto potencial de S/63.8 millones y vida útil de 25 años, mientras que los impactos ambientales identificados son mitigables según se aplique correctamente el plan de manejo ambiental, asegurando sostenibilidad en el contexto distrital.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que durante la explotación de la cantera se implemente un protocolo de control de calidad que incluya muestreos periódicos para verificar la consistencia de las propiedades geotécnicas, asegurando que el material mantenga los estándares requeridos a lo largo de toda la vida útil del proyecto.

Se sugiere al equipo de producción de la cantera implementar un programa de mejora granulométrica mediante la mezcla controlada de materiales de diferentes zonas de la explotación, con el fin de optimizar los módulos de finza dentro del rango óptimo y maximizar la trabajabilidad y capacidad de compactación del material obtenido.

Se recomienda que el material de la cantera cumpla con las especificaciones técnicas y los protocolos que garanticen alcanzar densidades del 100% Proctor Standard para asegurar que se mantengan los valores de CBR requeridos para capas de base y sub base.

Se aconseja al área de gestión ambiental y relaciones comunitarias relacionadas a la explotación de la cantera contar con un sistema de monitoreo ambiental participativo que involucre a la comunidad local, complementado con auditorías trimestrales independientes para verificar el cumplimiento del plan de manejo ambiental, particularmente en el control de material particulado y gestión de residuos peligrosos, lo que, a largo plazo, facilitará que las operaciones en la cantera ocurran de forma continua.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

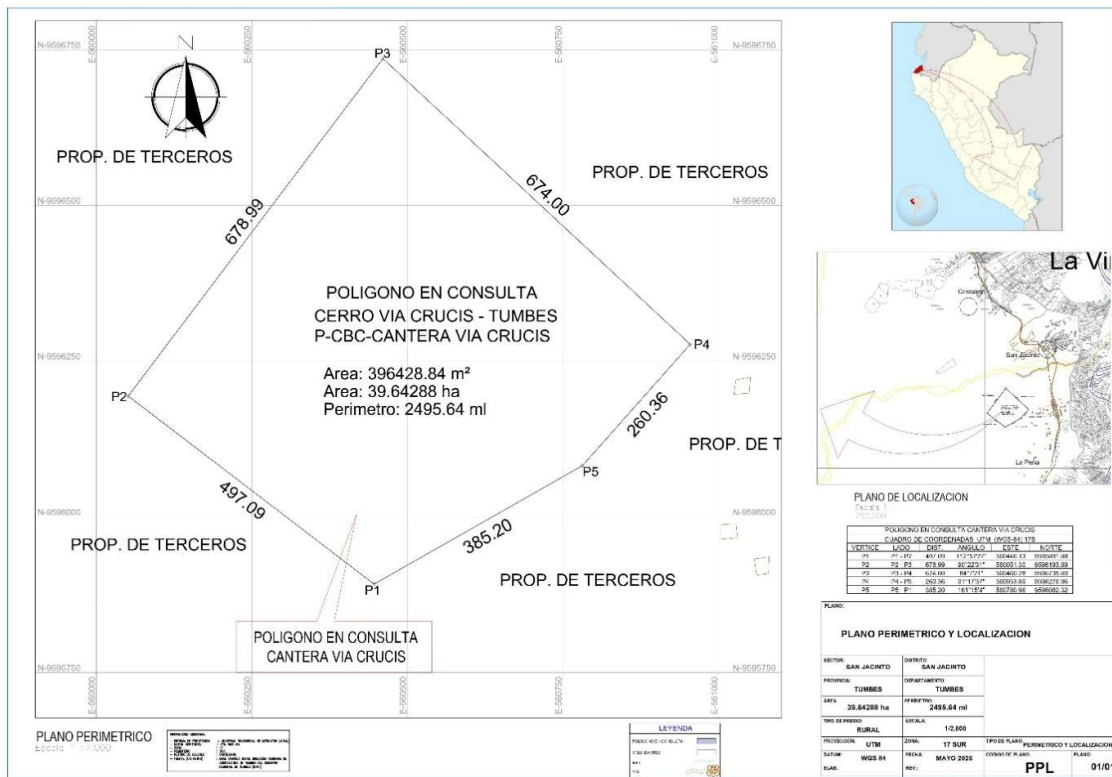
- ASTM. (2021). Standard practice for compaction characteristics of soil cement mixtures and stabilized soils (ASTM D558/D558M 21). ASTM International.
- Ayay Chilon, M. L. (2022). Evaluación de límites de Atterberg en suelos arcillosos para afirmado en la región Piura [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN.
- Castillo Rogel, M. A. (2022). Estudio de suelos para afirmado en el distrito de Papayal [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio UNTUMBES.
- Castro Balbín, E. (2022). Control de calidad en obras viales: correlación entre módulo resiliente y CBR [Manual técnico]. Universidad Peruana Los Andes.
- Castro Balbín, E. (2023). Exploración de suelos en carreteras rurales [Informe técnico].
- Castro Balbín, E. (2023). Control de calidad en obras viales [Manual]. Universidad Peruana Los Andes.
- Castro Balcázar, T. H. (2023). Impacto de la humedad cíclica en la capacidad portante de suelos de afirmado en Perú [Tesis de maestría, Universidad de Panamá]. Repositorio UP.
- Chara Umire, Y. B. (2022). Estudio de subrasantes estabilizadas con curado de cal hidratada en la región Arequipa [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio UNSA.
- Cieza Salinas, J. M. (2023). Uso de residuos industriales como estabilizador de suelos en acceso minero, Áncash [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio UNITRU.
- Coduto, D. P., Yeung, M. C., & Kitch, W. A. (2021). Geotechnical engineering: principles and practices (3ª ed.). Pearson.
- Consoli, N. C., Prietto, P. D. M., & Ulbrich, L. A. (2020). Engineering behavior of cement-treated soils (1ª ed.). Springer.

- Cornejo Urviola, W. R. (2023). Evaluación geotécnica de suelos en la carretera San Jacinto–Aguas Verdes [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio UNTUMBES.
- Cruz, A. J. (2021). Procedimientos de compactación y mejora de terreno [Manual]. ResearchGate.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2022). Advanced principles of geotechnical engineering (10^a ed.). Cengage Learning.
- De la Cruz Rosas, L. E. (2024). Caracterización geotécnica de la subrasante para construcción de caminos rurales en Huamachuco [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio UNITRU.
- Fernández Valverde, L. P. (2021). Caracterización geotécnica de suelos residuales en clima tropical para uso en subrasante vial [Tesis de doctorado, Universidad de Costa Rica]. Repositorio UCR.
- Head, K. H. (2020). Manual of soil laboratory testing (Vol. 3, 2^a ed.). CRC Press.
- International Organization for Standardization. (2020). ISO 14688 1: Geotechnical investigation and testing – Identification and classification of soil – Part 1: Identification and description (Rev. 2020). ISO.
- Lacasse, S., & Nadim, F. (2023). Geotechnical stability analysis (2^a ed.). ASCE Press.
- León Quiroz, J. J. (2024). Caracterización del suelo granulado de la cantera local de Cañaverel para carga vial [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio UNTUMBES.
- López Martínez, M. A. (2020). Optimización de suelos arcillosos a través de estabilización con cal para carreteras rurales en México [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de México]. Repositorio UNAM.
- Lu, N., & Likos, W. J. (2021). Unsaturated soil mechanics (2^a ed.). Wiley.
- Mestas Pacompia, L. (2023). Análisis de compactación del suelo para afirmado en Punta Sal [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio UNTUMBES.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. MTC
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). Manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos (Ed. 2020).
- Mitchell, J. K., & Soga, K. (2021). Fundamentals of soil behavior (4^a ed.). John Wiley & Sons.
- Pérez Rodríguez, J. A., & Hernández López, R. M. (2021). Evaluación geotécnica de suelos residuales tropicales para afirmado de caminos rurales en Guatemala [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio USAC. <https://biblioteca.usac.edu.gt> (p. 56)
- Ramírez, L., Castro, H., & León, J. (2023). Evaluación geotécnica de suelos locales con fines viales [Artículo académico]. Revista de Ingeniería Civil Peruana, 17(2), 55–70.
- Reyes Hidalgo, A. E. (2021). Caracterización geotécnica del suelo con fines de afirmado en la carretera Huancabamba–La Peca [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNAC.
- Rodríguez Pérez, C. S. (2022). Evaluación del comportamiento mecánico de suelos lateríticos estabilizados con ceniza de caña de azúcar en Ecuador [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio EPN.
- Salazar Muñoz, A. (2021). Caracterización de suelos locales para pavimentación vial en Zarumilla [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio UNTUMBES.
- Salgado, R. (2022). The engineering of foundations (3^a ed.). McGraw-Hill.
- Universidad Nacional de San Agustín. (2023). Control de calidad en obra vial [Documento técnico]. UNSA.

ANEXOS

Anexo 1. Plano de ubicación de la cantera



Fuente: Ubicación de la cantera Viacruz – Tumbes – Corrales

Anexo 2. Materiales y Ensayos

Equipo para Proctor Modificado



Certificado de calibración de Proctor

81



INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 420 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

| | | |
|----------------------------|--|---|
| 1. Expediente | 210597 | Este informe de verificación 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). |
| 2. Solicitante | GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES | |
| 3. Dirección | Tumbes - Tumbes - TUMBES | |
| 4. Instrumento de medición | COMPACTADOR AUTOMATICO DE SUELOS | Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados. |
| Marca | A&A INSTRUMENTS | |
| Modelo | STDJ3-A | |
| Número de Serie | 150727 | |
| Identificación | NO INDICA | |
| Tipo | Dual - 12 y 18 pulgadas de caída | |
| 5. Fecha de Verificación | 2021-09-28 | Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. |
| 6. Lugar de Verificación | Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C. | El informe de verificación sin firma y sello carece de validez. |

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-10-04

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.10.11 15:12:29
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 420 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 2

7. Método de Verificación

La verificación se realizó por el método de comparación con patrones trazables a los patrones de referencia del SNM/INDECOPI tomando como referencia la ASTM D 1559 "Standard Test Method for Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus".

8. Patrones de Referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|---|--|----------------------------|
| PESAS (Clase de exactitud E2 / F1) LM-C-257-2020 / M-0759-2020 | BALANZA ELECTRÓNICA CLASE II (5200g x 0,01g) | MT - LM - 016 - 2021 |
| Regla Metálica INACAL-DM LLA-445-2020 | REGLA METÁLICA con Grado de Incertidumbre de 0,2 mm. | L-0132-2021 |
| Magnificador Óptico INACAL-DM LLA-122-2019 | | |

9. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 23,5 °C | 23,5 °C |
| Humedad Relativa | 69 %HR | 69 %HR |

10. Resultados de Medición

| | CAÍDA (mm) | CARA DEL PISÓN (mm) | MASA (kg) |
|-----------------------|---------------|--------------------------|--------------|
| PROCTOR ESTANDAR | 304,90 | 50,93 | 2,51 |
| PROCTOR MODIFICADO | 457,85 | 50,93 | 4,54 |

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.
- El rango admisible para la caída es de $304,8 \pm 1,3$ mm y $457,2 \pm 1,6$ mm para martillo de compactación de 12 pulg y 18 pulg respectivamente.
- El rango admisible de la cara golpeante del martillo de compactación de 18 pulg. es de $50,80 \pm 0,25$ mm.
- El rango admisible para la masa es de $2,5 \pm 0,01$ kg y $4,54 \pm 0,01$ kg para martillo de compactación de 12 pulg y 18 pulg respectivamente.

Fin del Documento

Equipo y tamices para Granulometría



Carta de garantía de Tamizadora para granulometría



CARTA DE GARANTÍA

Certificado de garantía N°: 00006
Fecha de emisión: 27/06/2022
Cliente: GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
Periodo de garantía: 24 MESES
Equipos:

**TAMIZADORA ROTATAP, MOTORIZADA, PARA TAMICES DE 200 MM (8") Ø,
CON DOBLE MOVIMIENTO
MODELO: UTG-0416**

Por la presente dejamos constancia que los equipos proveídos a la empresa en mención, tienen una garantía del 100% por el periodo de un año por defecto de fábrica, La garantía solo cubre cualquier fallo que está relacionado a su funcionamiento, no alcanza a cualquier caso fortuito (Incendios, robo, desastres, mala manipulación y/o bajas en el fluido eléctrico)

En caso de ocurrir cualquier fallo en el funcionamiento de los equipos, comunicarse para hacer efectiva la garantía.

Muchas gracias por su preferencia.

TECNICAS CP S.A.C

DENIS A. PEYNA BALDEON
GERENTE GENERAL

REYNA BALDEON DENIS ALAIN
GERENTE GENERAL

Av. Senda Ave. Int. # 117 SMO. San Diego
San Martín, Puno - Lima - Peru
Tel: (511) 540-2750 Anexo 102
Fax: 980447505/99925085
E-mail: tecnico@tecnicascp.com.pe

WWW.TECNICASCOP.COM.PE
TECNICAS CP PERU





CARTA DE GARANTÍA

Certificado de garantía N°: 00005
Fecha de emisión: 27/06/2022
Cliente: GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
Periodo de garantía: 24 MESES
Equipos:

KIT DE TAMICES

MODELO: TCP KIT

SERIE: 1002, 1001, 1002, 1002, 1002, 1001, 1001, 1001, 1001, 1004, 1001, 1001,
1001, 1001, 1001, 1001, 1001, 1003, 1005

Por la presente dejamos constancia que los equipos proveídos a la empresa en mención, tienen una garantía del 100% por el periodo de un año por defecto de fábrica. La garantía solo cubre cualquier fallo que está relacionado a su funcionamiento, no alcanza a cualquier caso fortuito (Incendios, robo, desastres, mala manipulación y/o bajas en el fluido eléctrico)

En caso de ocurrir cualquier fallo en el funcionamiento de los equipos, comunicarse para hacer efectiva la garantía.

Muchas gracias por su preferencia.

TECNICAS CP S.A.C

DENIS A. REYNA BALDEON
GERENTE GENERAL

REYNA BALDEON DENIS ALAIN
GERENTE GENERAL

Av. Japón And 902. N° 117 Urb. San Diego
San Martín Porra - Lima - Perú
Teléfono: (511) 548-2785 Anexo 102
correo: 096672965@tecnicasp.com.pe
E-mail: ventas@tecnicasp.com.pe
www.tecnicasp.com.pe
TECNICAS CP PERU



Equipo para CBR



Certificado de calibración de CBR

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.



Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 271 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

| | |
|--|---|
| <p>1. Expediente 210673</p> <p>2. Solicitante GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES</p> <p>3. Dirección Tumbes - Tumbes - TUMBES</p> <p>4. Equipo PRENSA CBR</p> <p> Capacidad 5000 kgf</p> <p> Marca UTEST</p> <p> Modelo UTS-0852</p> <p> Número de Serie 21/000220</p> <p> Procedencia TURQUÍA</p> <p> Identificación NO INDICA</p> <p> Indicación DIGITAL</p> <p> Marca HIWEIGH</p> <p> Modelo X8</p> <p> Número de Serie NO INDICA</p> <p> Resolución 0,1 kgf</p> <p>5. Fecha de Calibración 2021-11-03</p> | <p>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).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p> |
|--|---|

| | | |
|-------------------------|--|---|
| Fecha de Emisión | Jefe del Laboratorio de Metrología | Sello |
| 2021-11-12 |  Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz Fecha: 2021.11.12 13:42:37 -05'00' |  |

Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
 Telf: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LL - 244 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 19,0 °C | 19,2 °C |
| Humedad Relativa | 71 % | 71 % |

9. Patrones de Referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado/Informe de calibración |
|---|--|------------------------------------|
| BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001 | BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47 | DM / INACAL LLA-C-007-2021 |
| COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES: LLA-125-2020 | | |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 271 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| | F_i (kgf) | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | $F_{Promedio}$ (kgf) |
| 10 | 500 | 500,5 | 500,7 | 500,5 | 500,6 |
| 20 | 1000 | 1000,7 | 1000,6 | 1000,7 | 1000,7 |
| 30 | 1500 | 1499,6 | 1499,8 | 1499,9 | 1499,8 |
| 40 | 2000 | 1998,2 | 1998,4 | 1998,4 | 1998,3 |
| 50 | 2500 | 2496,4 | 2496,8 | 2496,9 | 2496,7 |
| 60 | 3000 | 2994,9 | 2994,7 | 2994,6 | 2994,7 |
| 70 | 3500 | 3493,5 | 3493,7 | 3493,9 | 3493,7 |
| 80 | 4000 | 3990,9 | 3990,7 | 3990,8 | 3990,8 |
| 90 | 4500 | 4491,8 | 4491,4 | 4491,2 | 4491,5 |
| 100 | 5000 | 4990,0 | 4990,2 | 4989,6 | 4989,9 |
| Retorno a Cero | | 0,2 | 0,3 | 0,0 | |

| Indicación del Equipo F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | | Incertidumbre U (k=2) [%] |
|------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Exactitud a (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Resol. Relativa σ (%) | |
| 500 | -0,11 | 0,04 | --- | 0,02 | 0,21 |
| 1000 | -0,07 | 0,01 | --- | 0,01 | 0,21 |
| 1500 | 0,02 | 0,02 | --- | 0,01 | 0,21 |
| 2000 | 0,08 | 0,01 | --- | 0,01 | 0,21 |
| 2500 | 0,13 | 0,02 | --- | 0,00 | 0,21 |
| 3000 | 0,18 | 0,01 | --- | 0,00 | 0,21 |
| 3500 | 0,18 | 0,01 | --- | 0,00 | 0,21 |
| 4000 | 0,23 | 0,01 | --- | 0,00 | 0,21 |
| 4500 | 0,19 | 0,01 | --- | 0,00 | 0,21 |
| 5000 | 0,20 | 0,01 | --- | 0,00 | 0,21 |

| | |
|---|--------|
| MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) | 0,01 % |
|---|--------|

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Estufa como parte de los ensayos



Certificado de calibración de estufa (horno)

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 133 - 2021

*Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

| | |
|-----------------|---|
| 1. Expediente | 210438 |
| 2. Solicitante | GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES |
| 3. Dirección | TUMBES, Provincia: TUMBES, Distrito: TUMBES |
| 4. Equipo | HORNO |
| Alcance Máximo | De -50 °C a 300 °C |
| Marca | A&A INSTRUMENTS |
| Modelo | STHX-3A |
| Número de Serie | 201027 |
| Procedencia | CHINA |
| Identificación | NO INDICA |
| Ubicación | NO INDICA |

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, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

| Descripción | Controlador / Selector | Instrumento de medición |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Alcance | -50 °C a 300 °C | -50 °C a 300 °C |
| División de escala / Resolución | 0,1 °C | 0,1 °C |
| Tipo | ELECTRÓNICO | TERMÓMETRO DIGITAL |

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-07-22

| | | |
|------------------|------------------------------------|-------|
| Fecha de Emisión | Jefe del Laboratorio de Metrología | Sello |
|------------------|------------------------------------|-------|

2021-07-26

Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.07.26 12:35:22 -05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
 Telf: (511) 540-0642
 Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LT - 133 - 2021***Área de Metrología*
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOP, 2009.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,0 °C | 21,0 °C |
| Humedad Relativa | 67 % | 67 % |

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 240 minutos.
El controlador se seteo en 110 ° C

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado y/o Informe de calibración |
|---|--|--|
| Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019 | TERMOMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES | LT - 0083 - 2021 |
| Fluke Corporation C0721069 | | |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LT - 133 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

| Tiempo (min) | Termómetro del equipo (°C) | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) | | | | | | | | | | T _{prom} (°C) | máx-T _m |
|-----------------|----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|--------------------|
| | | NIVEL SUPERIOR | | | | | NIVEL INFERIOR | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 00 | 110,0 | 106,2 | 110,3 | 108,4 | 106,9 | 108,7 | 107,0 | 111,9 | 109,3 | 108,2 | 111,4 | 108,8 | 5,6 |
| 02 | 110,0 | 106,2 | 110,1 | 108,1 | 107,0 | 108,9 | 107,0 | 111,7 | 109,4 | 108,0 | 111,4 | 108,8 | 5,4 |
| 04 | 109,9 | 106,0 | 110,0 | 107,9 | 106,9 | 108,7 | 107,0 | 111,9 | 109,3 | 108,0 | 111,2 | 108,7 | 5,8 |
| 06 | 110,0 | 106,2 | 110,3 | 108,4 | 107,2 | 108,9 | 107,2 | 111,8 | 109,5 | 108,1 | 111,4 | 108,9 | 5,5 |
| 08 | 110,1 | 106,3 | 110,1 | 108,2 | 106,9 | 108,9 | 107,2 | 111,9 | 109,4 | 107,9 | 111,0 | 108,8 | 5,5 |
| 10 | 109,8 | 105,8 | 109,8 | 108,0 | 106,9 | 108,7 | 107,2 | 111,8 | 109,4 | 107,8 | 110,9 | 108,6 | 5,9 |
| 12 | 110,0 | 106,2 | 110,1 | 108,4 | 107,1 | 108,6 | 107,3 | 112,1 | 109,5 | 107,8 | 111,3 | 108,8 | 5,8 |
| 14 | 110,1 | 106,3 | 110,2 | 108,2 | 107,4 | 109,0 | 107,3 | 111,9 | 109,6 | 108,0 | 111,1 | 108,9 | 5,5 |
| 16 | 110,0 | 106,2 | 110,2 | 108,2 | 107,0 | 109,0 | 107,3 | 112,0 | 109,5 | 107,9 | 111,3 | 108,9 | 5,7 |
| 18 | 110,0 | 106,4 | 110,3 | 108,4 | 107,1 | 108,9 | 107,3 | 111,9 | 109,5 | 107,9 | 111,5 | 108,9 | 5,4 |
| 20 | 110,0 | 106,3 | 110,3 | 108,5 | 107,2 | 108,9 | 107,3 | 112,0 | 109,5 | 108,1 | 111,3 | 108,9 | 5,6 |
| 22 | 110,0 | 106,3 | 110,1 | 108,3 | 106,9 | 108,7 | 107,0 | 111,7 | 109,3 | 107,9 | 111,1 | 108,7 | 5,3 |
| 24 | 109,8 | 106,2 | 110,1 | 108,1 | 107,0 | 108,9 | 106,9 | 111,6 | 109,4 | 107,9 | 111,3 | 108,7 | 5,3 |
| 26 | 110,0 | 106,3 | 110,2 | 108,4 | 107,2 | 108,9 | 107,2 | 111,9 | 109,5 | 108,0 | 111,1 | 108,9 | 5,5 |
| 28 | 110,2 | 106,3 | 110,2 | 108,2 | 107,0 | 108,9 | 107,2 | 111,9 | 109,4 | 108,1 | 111,0 | 108,8 | 5,5 |
| 30 | 110,0 | 106,0 | 110,1 | 108,2 | 107,0 | 108,8 | 107,3 | 111,8 | 109,5 | 107,9 | 111,5 | 108,8 | 5,7 |
| 32 | 110,0 | 106,3 | 110,0 | 108,3 | 107,1 | 108,9 | 107,1 | 112,0 | 109,3 | 107,9 | 111,3 | 108,8 | 5,6 |
| 34 | 110,0 | 106,4 | 110,2 | 108,4 | 107,3 | 108,8 | 107,3 | 111,9 | 109,3 | 108,0 | 111,6 | 108,9 | 5,4 |
| 36 | 110,1 | 106,2 | 110,4 | 108,3 | 107,1 | 108,9 | 107,1 | 111,6 | 109,1 | 107,8 | 110,9 | 108,7 | 5,3 |
| 38 | 109,9 | 106,0 | 109,9 | 108,0 | 107,0 | 108,8 | 107,1 | 111,4 | 109,0 | 107,7 | 111,1 | 108,6 | 5,3 |
| 40 | 110,0 | 106,0 | 110,3 | 108,3 | 107,2 | 109,0 | 107,5 | 112,0 | 109,4 | 108,0 | 111,3 | 108,9 | 5,9 |
| 42 | 110,2 | 106,4 | 110,4 | 108,6 | 107,3 | 109,3 | 107,4 | 112,3 | 109,6 | 108,1 | 111,2 | 109,1 | 5,8 |
| 44 | 110,1 | 106,2 | 110,0 | 108,3 | 107,0 | 108,7 | 107,0 | 111,9 | 109,3 | 107,9 | 111,2 | 108,7 | 5,6 |
| 46 | 109,7 | 106,1 | 110,0 | 108,0 | 106,8 | 108,9 | 107,0 | 111,9 | 109,4 | 107,9 | 111,1 | 108,7 | 5,7 |
| 48 | 110,0 | 106,2 | 110,5 | 108,4 | 107,2 | 109,0 | 107,4 | 112,1 | 109,6 | 108,0 | 111,1 | 108,9 | 5,8 |
| 50 | 110,0 | 106,2 | 110,4 | 108,3 | 107,2 | 109,1 | 107,1 | 111,9 | 109,4 | 108,0 | 111,2 | 108,9 | 5,6 |
| 52 | 110,0 | 106,3 | 110,2 | 108,1 | 106,9 | 108,9 | 107,2 | 111,7 | 109,3 | 107,9 | 111,0 | 108,7 | 5,3 |
| 54 | 109,9 | 107,1 | 110,5 | 108,5 | 107,3 | 109,0 | 107,2 | 112,0 | 109,5 | 108,0 | 111,5 | 109,1 | 4,8 |
| 56 | 110,2 | 106,4 | 110,3 | 108,5 | 107,1 | 109,1 | 107,3 | 111,8 | 109,5 | 108,2 | 111,4 | 109,0 | 5,3 |
| 58 | 110,0 | 106,1 | 110,0 | 108,0 | 106,9 | 108,8 | 107,1 | 111,7 | 109,5 | 107,9 | 111,2 | 108,7 | 5,5 |
| 60 | 109,8 | 106,2 | 110,3 | 108,4 | 107,1 | 108,7 | 107,3 | 111,9 | 109,5 | 108,1 | 111,6 | 108,9 | 5,6 |
| T.PROM | 110,0 | 106,3 | 110,1 | 108,2 | 107,0 | 108,9 | 107,2 | 111,8 | 109,4 | 108,0 | 111,3 | 108,8 | |
| T.MAX | 110,2 | 107,1 | 110,5 | 108,6 | 107,4 | 109,3 | 107,5 | 112,3 | 109,6 | 108,2 | 111,6 | | |
| T.MIN | 109,7 | 105,8 | 109,8 | 107,9 | 106,8 | 108,6 | 106,9 | 111,4 | 109,0 | 107,7 | 110,9 | | |
| DTT | 0,5 | 1,3 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | | |

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Tel: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 133 - 2021

Página 4 de 6

| PARÁMETRO | VALOR (°C) | INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C) |
|---|------------|------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida | 112,3 | 0,2 |
| Mínima Temperatura Medida | 105,8 | 0,3 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 1,3 | 0,1 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 5,6 | 0,2 |
| Estabilidad Medida (±) | 0,6 | 0,04 |
| Uniformidad Medida | 5,9 | 0,2 |

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración
T.prom : Promedio de las temperaturas en la 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 está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,03 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

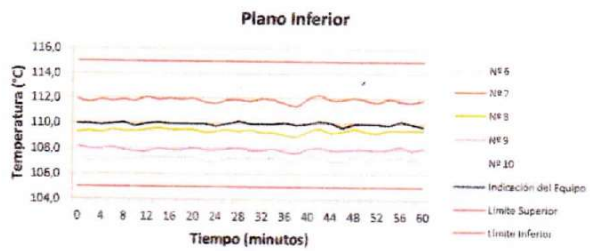
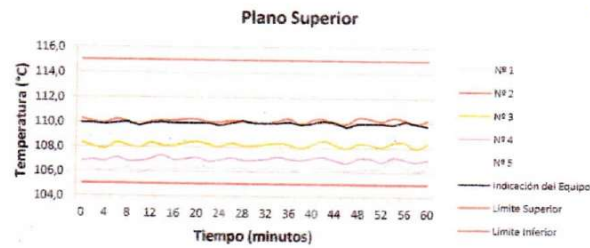
ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 133 - 2021

Área de Metrología
 Laboratorio de Temperatura

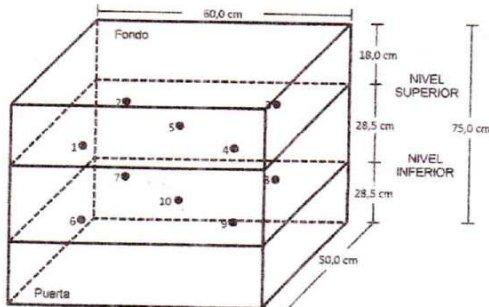
Página 5 de 6

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego . SMP , LIMA
 Telf: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
 metrologia@metrologiatecnicas.com
 www.metrologiatecnicas.com

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 10,5 cm de las paredes laterales y a 8,75 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Balanza como parte de ensayos



Certificado de calibración de balanza

96



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 444 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

| | |
|--|---|
| <p>1. Expediente 210549</p> <p>2. Solicitante GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES</p> <p>3. Dirección Tumbes - Tumbes - TUMBES</p> <p>4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA</p> <p> Capacidad Máxima 30 000 g</p> <p> División de escala (d) 1 g</p> <p> Div. de verificación (e) 10 g</p> <p> Clase de exactitud III</p> <p> Marca WANT</p> <p> Modelo WT30000X</p> <p> Número de Serie 210819028</p> <p> Capacidad mínima 20 g</p> <p> Procedencia CHINA</p> <p> Identificación NO INDICA</p> <p> Ubicación NO INDICA</p> <p>5. Fecha de Calibración 2021-09-27</p> | <p>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).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p> |
|--|---|

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2021-09-29

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.09.29 13:38:18
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá MZ. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 444 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa **TÉCNICAS CP S.A.C.**
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 21,0 | 21,2 |
| Humedad Relativa (%) | 68 | 70 |

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|---|----------------------|----------------------------|
| PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020 | Pesa (exactitud E2) | LM-C-257-2020 |
| PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020 | Pesas (exactitud M1) | SGM-A-2194-2020 |
| PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020 | Pesas (exactitud M2) | SGM-A-2362-2020 |
| PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020 | Pesa (exactitud M2) | SGM-A-2143-2020 |
| PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020 | Pesa (exactitud M2) | SGM-A-2144-2020 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 444 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

| | | | | | |
|------------------|-------|------------------|----------|----------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | PLATAFORMA | TIENE | ESCALA * | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| | | NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | |
|-------------|---------|---------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 21 °C | 21,1 °C |

| Medición Nº | Carga L1 = 15 000,0 g | | | Carga L2 = 30 000,0 g | | | |
|-------------------------|-----------------------|--------|--------|-------------------------|--------|-------|--------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | |
| 1 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 000 | 0,9 | -0,4 | |
| 2 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 29 999 | 0,9 | -1,4 | |
| 3 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 000 | 0,9 | -0,4 | |
| 4 | 15 001 | 0,8 | 0,7 | 30 000 | 0,9 | -0,4 | |
| 5 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 000 | 0,9 | -0,4 | |
| 6 | 15 001 | 0,9 | 0,6 | 29 999 | 0,9 | -1,4 | |
| 7 | 15 001 | 0,8 | 0,7 | 29 999 | 0,9 | -1,4 | |
| 8 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 000 | 0,9 | -0,4 | |
| 9 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 000 | 0,9 | -0,4 | |
| 10 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 000 | 0,9 | -0,4 | |
| Diferencia Máxima | | | 1,1 | Diferencia Máxima | | | 1,0 |
| Error Máximo Permisible | | | ± 20,0 | Error Máximo Permisible | | | ± 30,0 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 | |
| 3 | 4 |

Posición de las cargas

| | | |
|-------------|---------|---------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 21,1 °C | 21,1 °C |

| Posición de la Carga | Determinación del Error en Cero Eo | | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|-------|--------|--------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Carga Mínima* | I (g) | ΔL (g) | Eo (g) | Carga (L) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) |
| 1 | | 10 | 0,9 | -0,4 | | 10 000 | 0,9 | -0,4 | 0,0 |
| 2 | | 10 | 0,9 | -0,4 | | 9 999 | 0,9 | -1,4 | -1,0 |
| 3 | 10,0 g | 10 | 0,9 | -0,4 | 10 000,0 g | 9 999 | 0,9 | -1,4 | -1,0 |
| 4 | | 10 | 0,9 | -0,4 | | 10 000 | 0,9 | -0,4 | 0,0 |
| 5 | | 10 | 0,9 | -0,4 | | 10 000 | 0,9 | -0,4 | 0,0 |
| Error máximo permisible | | | | | | | | ± 20,0 | |

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 444 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

| | | |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final |
| | 21,1 °C | 21,2 °C |

| Carga L (g) | CARGA CRECIENTE | | | Ec (g) | CARGA DECRECIENTE | | | ± e.m.p (g)** |
|----------------|-----------------|--------|-------|--------|-------------------|--------|-------|------------------|
| | l (g) | ΔL (g) | E (g) | | l (g) | ΔL (g) | E (g) | |
| 10,0 | 10 | 0,9 | -0,4 | | | | | |
| 20,0 | 20 | 0,9 | -0,4 | 0,0 | 19 | 0,8 | -1,3 | -0,9 |
| 200,0 | 200 | 0,9 | -0,4 | 0,0 | 199 | 0,9 | -1,4 | -1,0 |
| 500,0 | 500 | 0,9 | -0,4 | 0,0 | 499 | 0,9 | -1,4 | -1,0 |
| 1 000,0 | 1 000 | 0,8 | -0,3 | 0,1 | 999 | 0,9 | -1,4 | -1,0 |
| 5 000,1 | 5 000 | 0,9 | -0,5 | -0,1 | 4 999 | 0,8 | -1,4 | -1,0 |
| 10 000,2 | 10 000 | 0,9 | -0,6 | -0,2 | 9 999 | 0,9 | -1,6 | -1,2 |
| 15 000,3 | 15 001 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 15 000 | 0,9 | -0,7 | -0,3 |
| 20 000,1 | 20 000 | 0,9 | -0,5 | -0,1 | 19 999 | 0,8 | -1,4 | -1,0 |
| 25 000,2 | 25 001 | 0,8 | 0,5 | 0,9 | 25 000 | 0,9 | -0,6 | -0,2 |
| 30 000,3 | 30 000 | 0,9 | -0,7 | -0,3 | 30 000 | 0,9 | -0,7 | -0,3 |

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA : $R_{CORREGIDA} = R - 1,13 \times 10^{-5} \times R$

INCERTIDUMBRE : $U = 2 \times \sqrt{5,34 \times 10^{-11} \text{ g}^2 + 1,33 \times 10^{-9} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

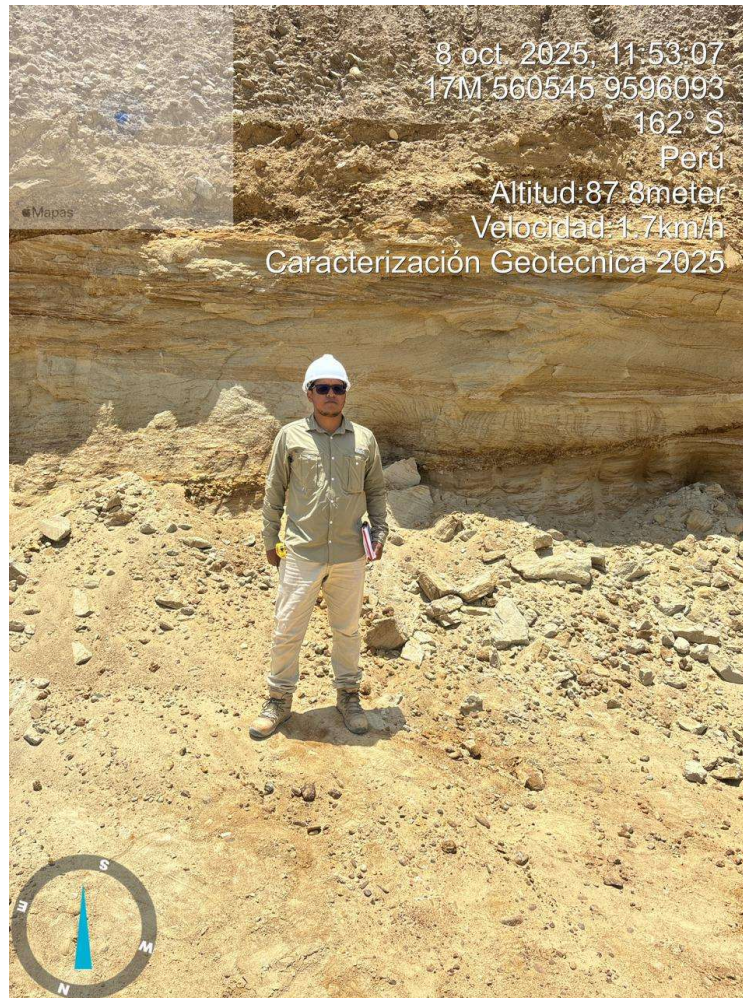
ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Anexo 3. Matriz de Consistencia

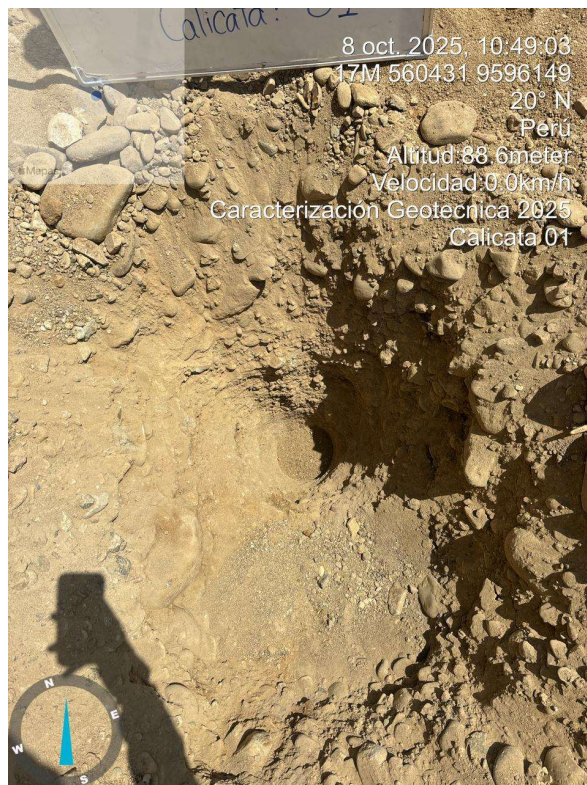
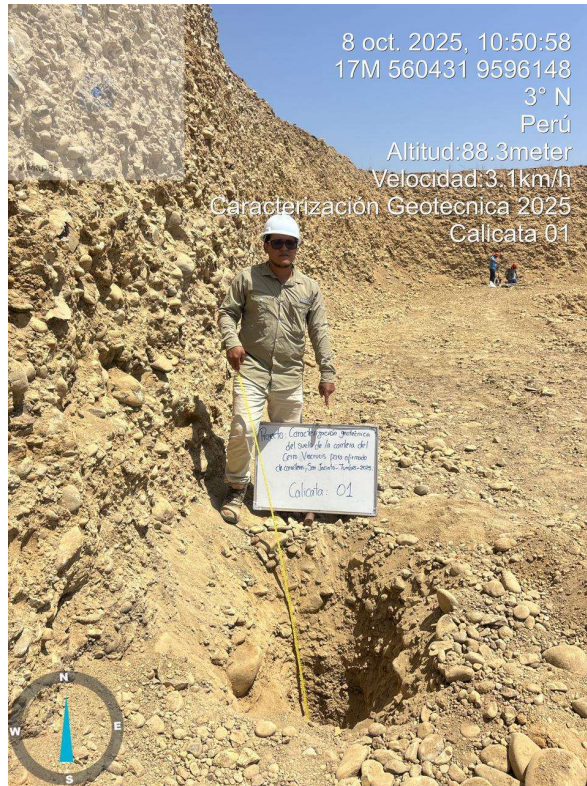
| Titulo | Situación problemática | Hipótesis | Objetivo general | Objetivos específicos | Variables | Definición | Dimensiones | Parámetro | Método de medición | Unidad |
|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Caracterización geotécnica del suelo de la cantera del cerro Viacrucis para afirmado de carreteras, San Jacinto 2025. | ¿De qué manera las características geotécnicas del suelo de la cantera del cerro Viacrucis influyen en su capacidad como requisito técnico para el uso y cumplimiento en el afirmado de carreteras en el distrito de San Jacinto 2025? | Las características geotécnicas del suelo de la cantera del cerro Viacrucis influyen positivamente en su capacidad para cumplir con los requisitos técnicos exigidos para su utilización en afirmado de carreteras en el distrito de San Jacinto 2025. | Determinar de qué manera las características geotécnicas del suelo de la cantera del cerro Viacrucis influyen en su capacidad para cumplir con los requisitos técnicos exigidos para el uso en afirmado de carreteras en el distrito de San Jacinto 2025. | Identificar las propiedades físicas del suelo de la cantera, tales como granulometría, límites de Atterberg y densidad, mediante ensayos de laboratorio normalizados. | Variable independiente: Propiedades geotécnicas del suelo | Es el conjunto de métodos, técnicas y procedimientos empleados para identificar y cuantificar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de un suelo, con el fin de evaluar su comportamiento frente a cargas estructurales, su estabilidad y su aptitud para ser utilizado en obras de ingeniería civil, como afirmado de carreteras. | Física | Granulometría | Ensayo de tamizado (ASTM D422 / MTC E111) | % de tamaño de partículas (arena, limo, grava) |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | Consistencia | | | Límite líquido (LL), Límite plástico (LP), Índice plástico (IP) | Casagrande y cono (ASTM D4318 / MTC E117) | % (porcentaje) | |
| | | | | | | | Compactación | Densidad seca máxima, humedad óptima | Ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557 / MTC E115) | g/cm³ y % |
| Resistencia | Índice CBR (California Bearing Ratio) | Ensayo CBR (ASTM D1883 / MTC E132) | % | | | | | | | |
| Clasificación | Tipo de suelo (SUCS o AASHTO) | Interpretación según resultados físicos y mecánicos | Clase textual | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|---------------------------------------|---|--|---------------------------------------|
| | | | | <p>explotación, estimando volúmenes útiles, costos de extracción y transporte, y los posibles impactos en el entorno natural y social en el distrito de San Jacinto.</p> | <p>Variable Dependiente:</p> <p>Capacidad del suelo como afirmado para carreteras</p> | <p>Es la capa estructural compuesta por materiales granulares (naturales o procesados), que forma parte de la estructura de una vía no pavimentada. Su función principal es distribuir adecuadamente las cargas del tránsito vehicular hacia las capas inferiores, ofreciendo una superficie de rodadura estable, resistente y durable.</p> | <p>Cumplimiento técnico</p> | <p>Resistencia CBR mínima exigida Clasificación del tipo de suelo Compactación alcanzable</p> | | <p>% ---</p> |
| | | | | | | | <p>Viabilidad técnica y económica</p> | <p>Volumen útil disponible</p> | <p>Cálculo volumétrico con MDT (modelo digital de terreno) y diseño de banco</p> | <p>m³ (metros cúbicos)</p> |

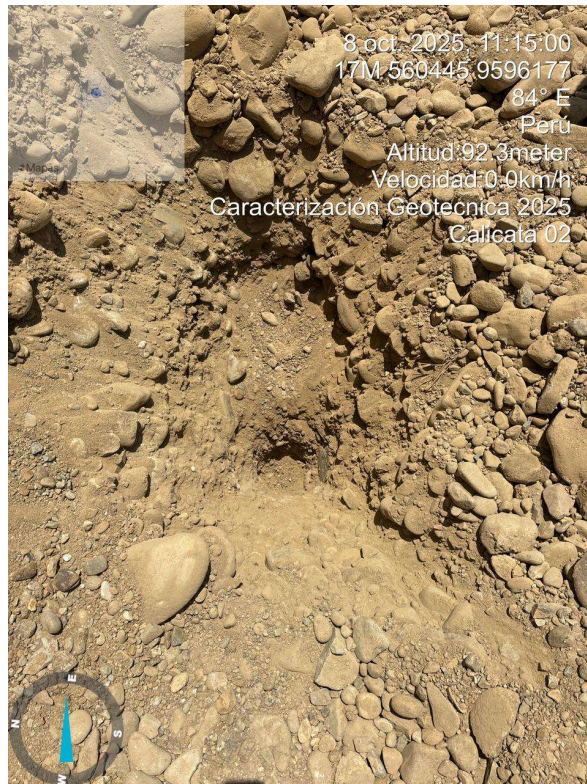
Anexo 4. Panel fotográfico



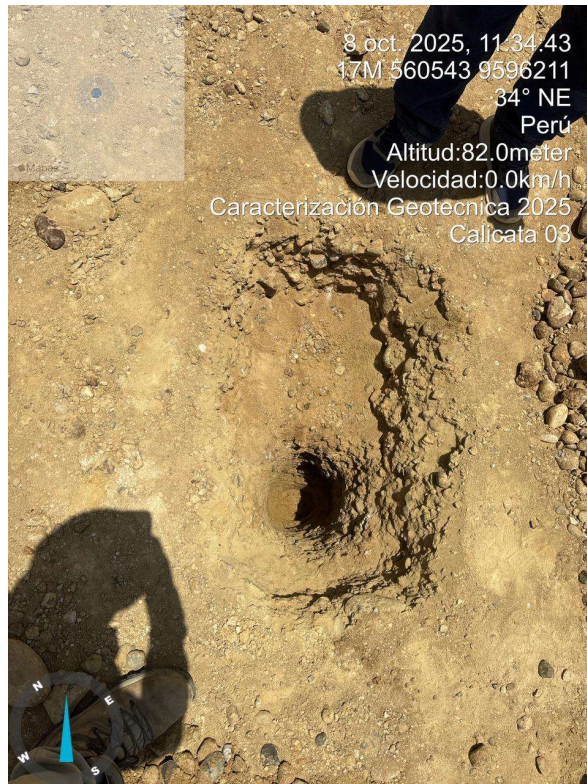
Calicata 1



Calicata 2



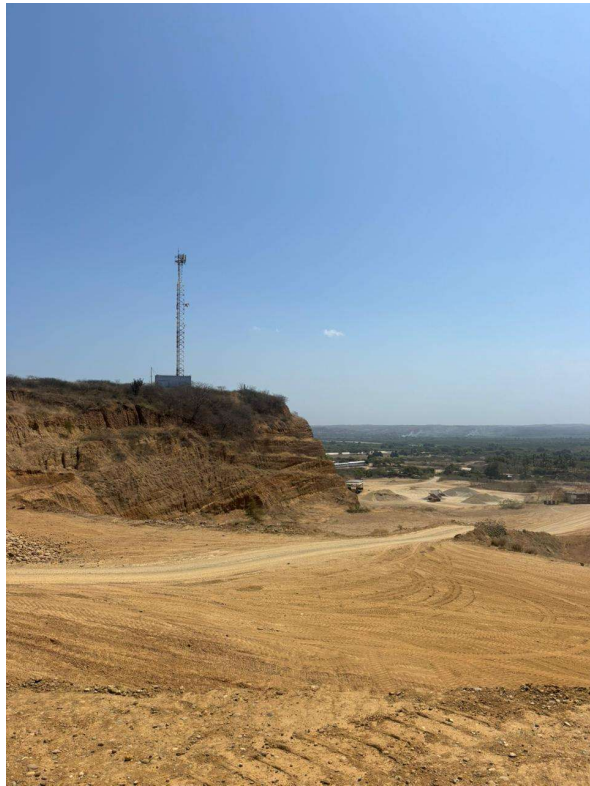
Calicata 3

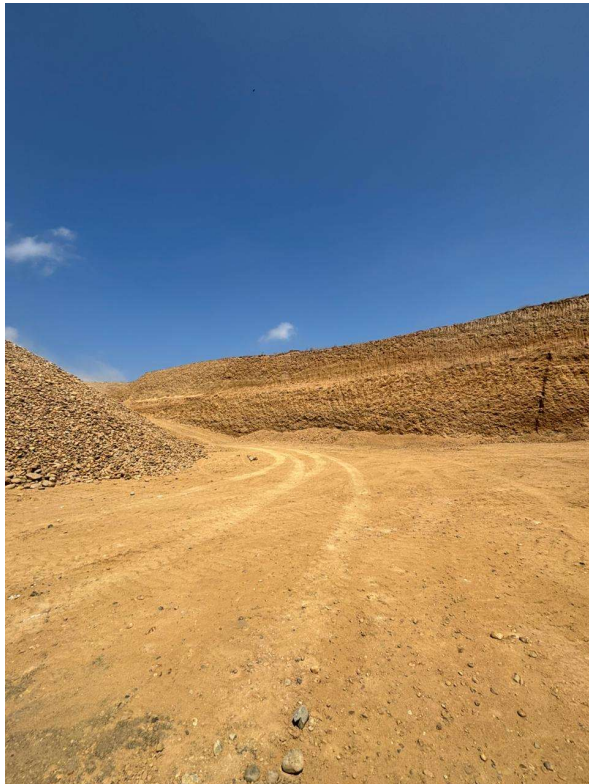
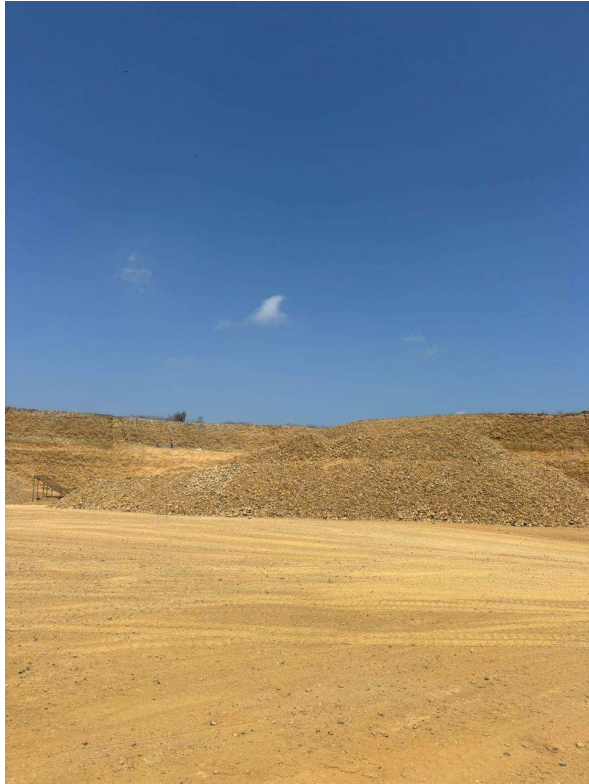


Calicata 4



Área de cantera









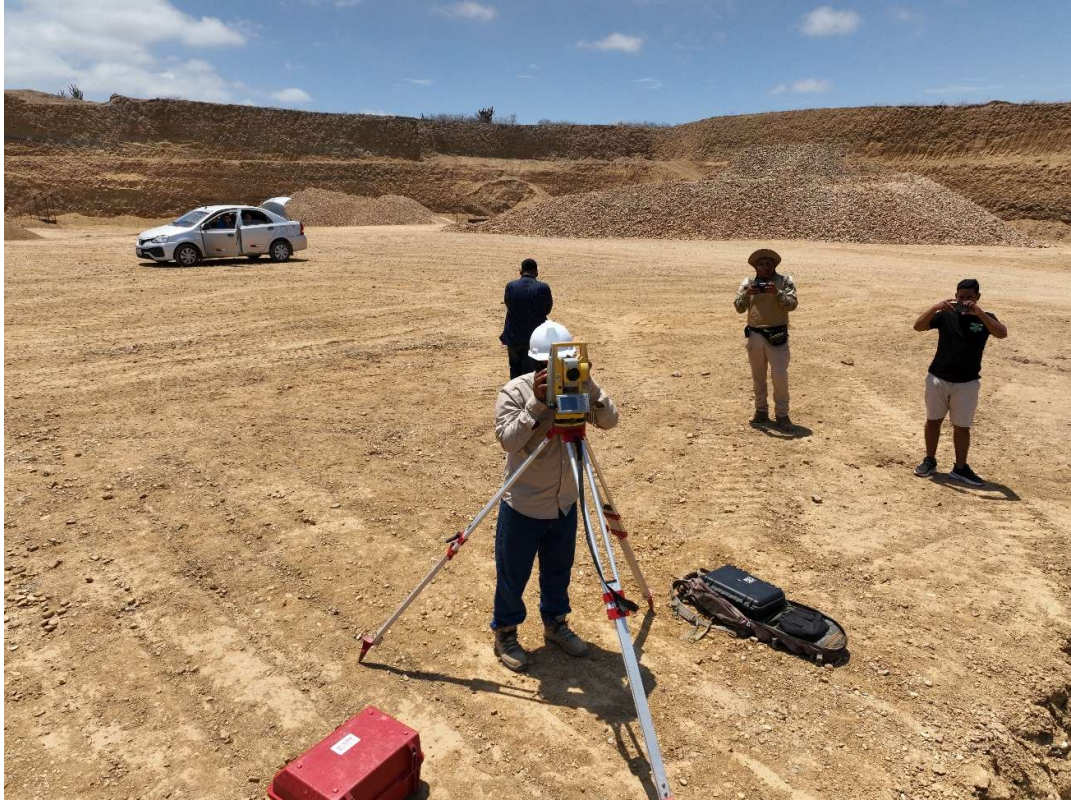
Ensayos de Laboratorio



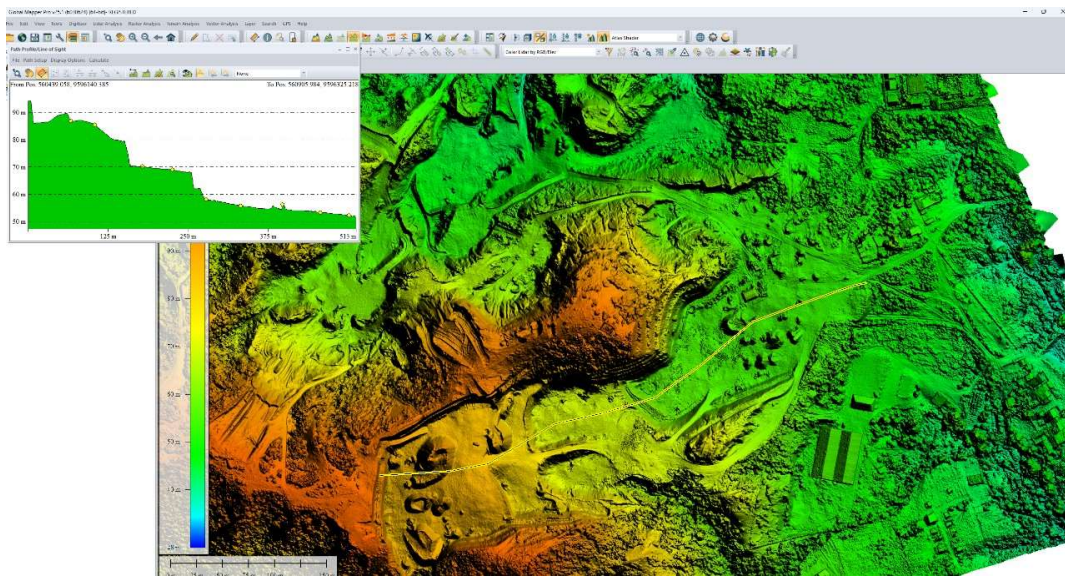
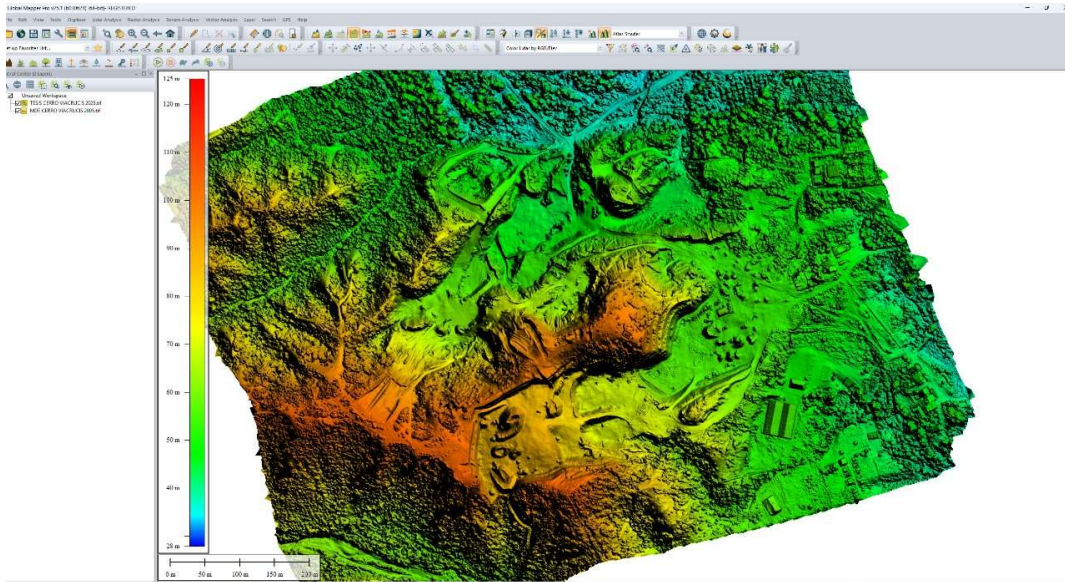
Levantamiento topográfico

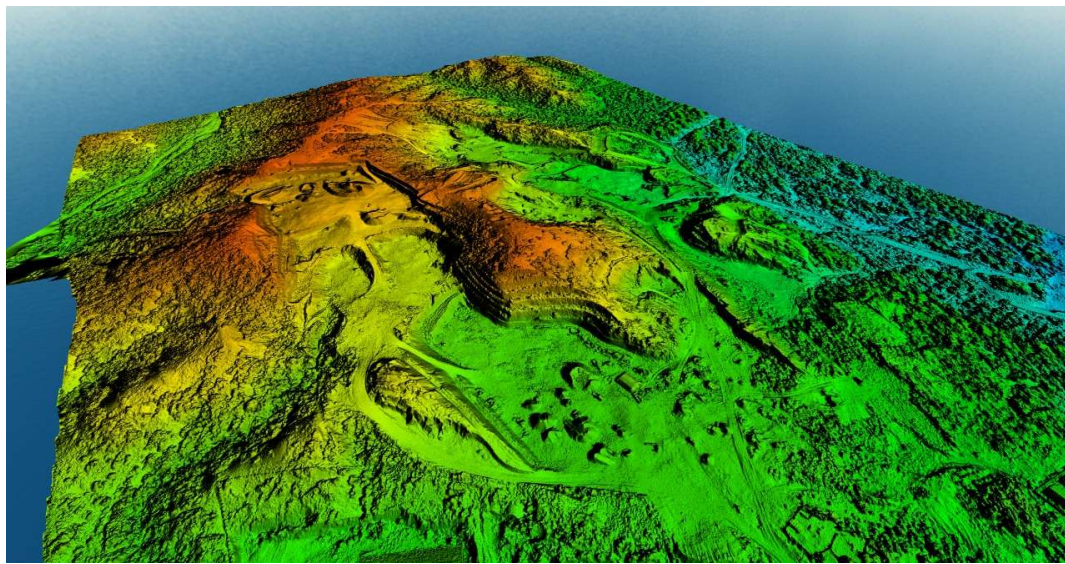
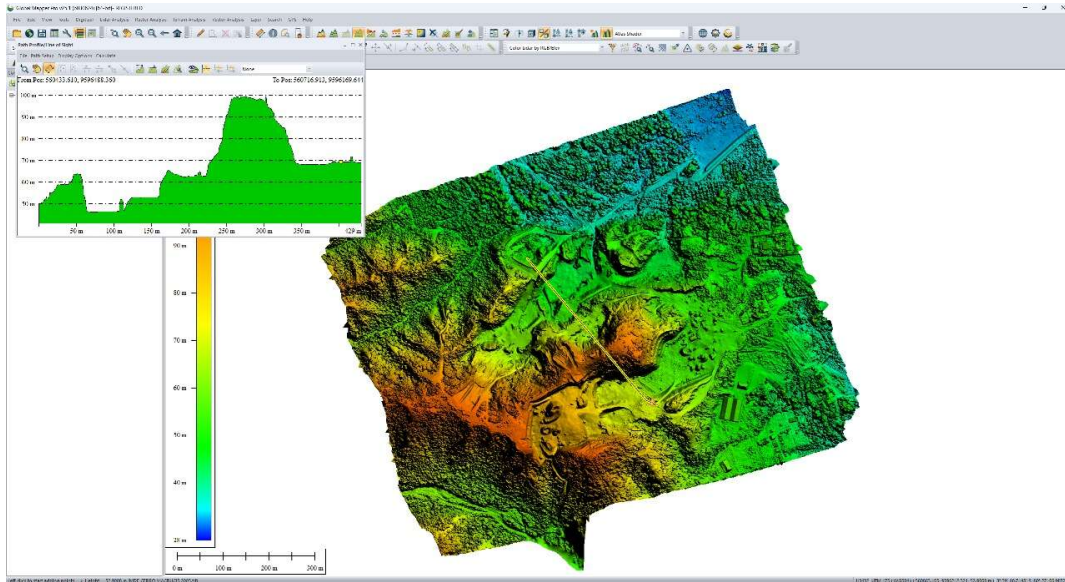


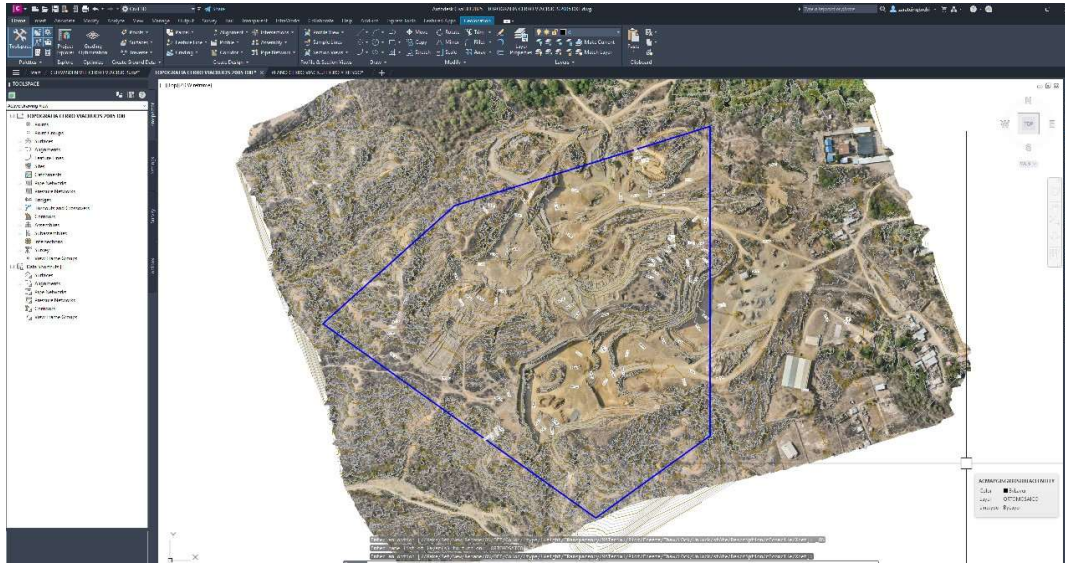











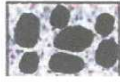

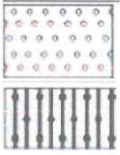


Densidad de campo






Anexo 5. Resultados de ensayos de laboratorio

|  <p style="text-align: center;"> GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS <i>Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana</i> </p> | | | | | |
|---|---------------|---------|---|--|---------------|
| PERFIL ESTRATIGRAFICO | | | | | |
| PROYECTO : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025" | | | | | |
| SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA | | | | | |
| UBICACIÓN : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS – SAN JACINTO | | | | | |
| FECHA : OCTUBRE ; 2025 | | | CALICATA: 01 | | |
| PROFUNDIDAD EN METROS | SUCS Y AASHTO | ESPESOR | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | OBSERVACIONES |
| 0.00 | | 0±00 | | | |
| 0.20 0.40 0.60 | GC | - 0.20m |  | ESTRATO SUPERIOR Material compuesto por grava arcillosa superior a 3". De coloración marrón claro. Consistencia compacta y medianamente húmeda. | M - 1 |
| 0.80 1.00 1.10 | GP-GM | - 1.00m |  | ESTRATO MEDIO Material transportado compuesto por grava con limo y arena. De coloración marrón claro. Consistencia compacta y medianamente húmeda. | M - 2 |
| 1.20 1.30 1.40 1.50 | SP-SM | - 1.50m |  | ESTRATO INFERIOR Terreno natural no contaminado compuesto por arena mal graduada con limo. De coloración amarillento. Compacidad poco compacta húmeda | M - 3 |

PAG. 37


Ing. José Luis Cuéllar Zavañoz
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 OIP 247668
 OCTUBRE; 2025



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

PERFIL ESTRATIGRAFICO

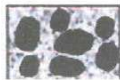

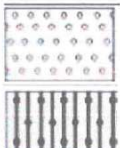
PROYECTO : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

UBICACIÓN : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS – SAN JACINTO

FECHA : OCTUBRE ; 2025

CALICATA: 02

| PROFUNDIDAD EN METROS | SUCS Y AASHTO | ESESOR | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | OBSERVACIONES |
|------------------------------|---------------|---------|---|--|---------------|
| 0.00 | | 0±00 | | | |
| 0.20 0.40 0.60 | GC | - 0.40m |  | <u>ESTRATO SUPERIOR</u> Material compuesto por grava arcillosa superior a 3". De coloración marrón claro. Consistencia compacta y medianamente húmeda. | M - 1 |
| 0.80 1.00 1.10 | GP-GM | - 1.10m |  | <u>ESTRATO MEDIO</u> Material transportado compuesto por grava con limo y arena. De coloración marrón claro. Consistencia compacta y medianamente húmeda. | M - 2 |
| 1.20 1.30 1.40 1.50 | SP-SM | - 1.50m |  | <u>ESTRATO INFERIOR</u> Terreno natural no contaminado compuesto por arena mal graduada con limo. De coloración amarillento. Compacidad poco compacta y húmeda. | M - 3 |




GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zavallos
 JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 247669



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

UBICACIÓN : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS – SAN JACINTO

FECHA : OCTUBRE ; 2025

CALICATA: 03

| PROFUNDIDAD EN METROS | SUCS Y AASHTO | E S P E S O R | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | OBSERVACIONES |
|------------------------------|---------------|---------------|---------|---|---------------|
| 0.00 | | 0±00 | | | |
| 0.20 0.40 0.60 | GP-GM | - 0.50m | | <u>ESTRATO SUPERIOR</u> Material transportado compuesto por grava con limo y arena. De coloración marrón claro. Consistencia compacta y medianamente húmeda. | M - 1 |
| 0.80 1.00 1.10 | GP | - 0.80m | | <u>ESTRATO MEDIO</u> Material compuesto por grava pobremente graduada con arena. De coloración marrón claro. Consistencia compacta y medianamente húmeda. | M - 2 |
| 1.20 1.30 1.40 1.50 | SM | - 1.50m | | <u>ESTRATO INFERIOR</u> Terreno natural no contaminado compuesto por arena limosa. De coloración amarillento. Compacidad poco compacta y húmeda. | M - 3 |

GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 2316GB





GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

UBICACIÓN : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS – SAN JACINTO

FECHA : OCTUBRE ; 2025

CALICATA: 04

| PROFUNDIDAD EN METROS | SUCS Y AASHTO | ESPESOR | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | OBSERVACIONES |
|------------------------------|---------------|---------|---------|--|---------------|
| 0.00 | | 0±00 | | | |
| 0.20 0.40 0.60 | GP-GM | - 0.20m | | <u>ESTRATO SUPERIOR</u> Material transportado compuesto por grava con limo y arena. De coloración marrón claro. Consistencia compacta y medianamente húmeda. | M - 1 |
| 0.80 1.00 1.10 | GP | - 0.40m | | <u>ESTRATO MEDIO</u> Material compuesto por grava pobremente graduada con arena. De coloración marrón claro. Consistencia compacta y medianamente húmeda. | M - 2 |
| 1.20 1.30 1.40 1.50 | SM | - 1.50m | | <u>ESTRATO INFERIOR</u> Terreno natural no contaminado compuesto por arena limosa. De coloración amarillento. Compacidad poco compacta y húmeda. | M - 3 |

GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huert... Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.A. 24.7008



PAG. 40

OCTUBRE, 2025



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

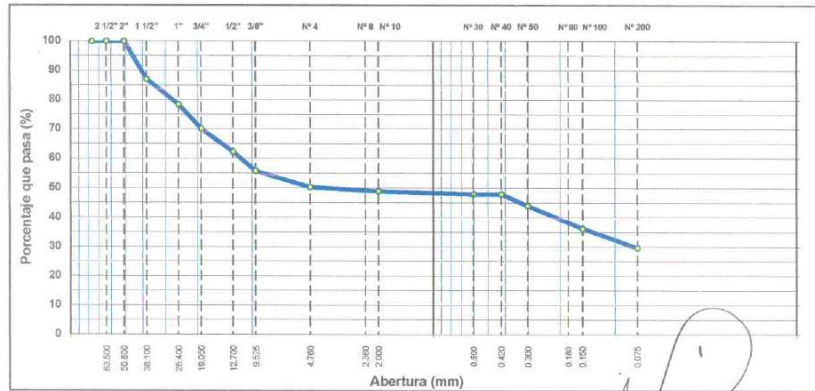
PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 CALICATA : C - 01
 MUESTRA : M1
 PROFUND : 0.00 - 0.20 m

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | |
|--------------------|------------|---------------------------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-------------|-----------|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL | = | 5.000,0 | gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | 100,0 | PESO LAVADO | = | 3519,6 | gr |
| 2" | 50.800 | | 0,0 | 0,0 | 100,0 | PESO FINO | = | 200,0 | gr |
| 1 1/2" | 38.100 | 850 | 13,0 | | | LÍMITE LÍQUIDO | = | 24,81 | % |
| 1" | 25.400 | 435 | 8,7 | 21,7 | 78,3 | LÍMITE PLÁSTICO | = | 14,40 | % |
| 3/4" | 19.050 | 410 | 8,2 | 29,9 | 70,1 | ÍNDICE PLÁSTICO | = | 10,41 | % |
| 1/2" | 12.700 | 395 | 7,9 | 37,8 | 62,2 | CLASF. AASHTO | = | A-2-4 | [0] |
| 3/8" | 9.525 | 328 | 6,6 | 44,4 | 55,6 | CLASF. SUCCS | = | GC | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 | P.S. Seco | P.S. Lavado | % 200 |
| # 4 | 4.760 | 276 | 5,5 | 49,9 | 50,1 | 5000,0 | 3519,6 | 29,8 | |
| # 8 | 2.380 | | | | | % Grava | = | 49,9 | % |
| # 10 | 2.000 | 5,1 | 1,3 | 51,1 | 48,9 | % Arena | = | 20,5 | % |
| # 30 | 0.600 | 4,4 | 1,1 | 52,2 | 47,8 | % Fino | = | 29,6 | % |
| # 40 | 0.420 | | 0,0 | 52,2 | 47,8 | % HUMEDAD | P.S.H | P.S.S | % Humedad |
| # 50 | 0.300 | 16,3 | 3,8 | 56,1 | 43,9 | 5110,0 | 5000,0 | 2,2% | |
| # 60 | 0.180 | | | | | OBSERVACIONES: | | | |
| # 100 | 0.150 | 30,7 | 7,7 | 63,8 | 36,2 | | | | |
| # 200 | 0.075 | 26,4 | 6,6 | 70,4 | 29,6 | | | | |
| < # 200 FONDO | | 118,1 | 29,6 | 100,0 | 0,0 | | | | |
| FRACCION | | 200,0 | | | | | | | |
| TOTAL | | 5.000,0 | | | | | | | |
| Descripción suelo: | | Grava arcillosa con arena | | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. José Luis Huertas Cavallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 2176GB



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

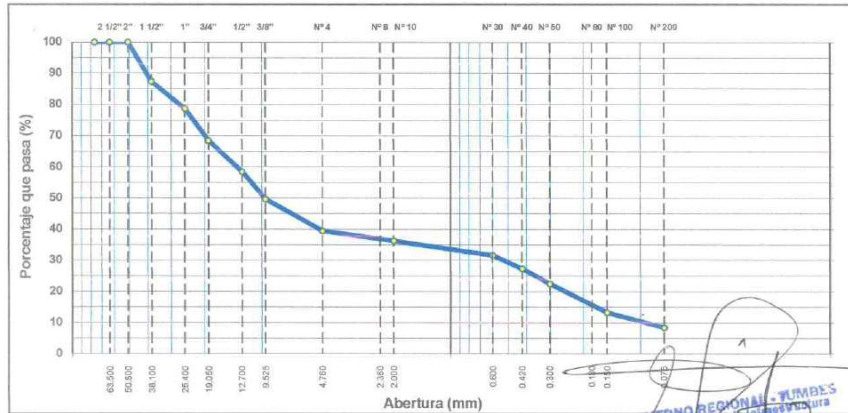
SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 CALICATA : C - 01
 MUESTRA : M2
 PROFUND : 0.20 - 1.00 m

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 4.000,0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | 100,0 | PESO LAVADO = 3661,4 gr |
| 2" | 50.800 | | 0,0 | 0,0 | 100,0 | PESO FINO = 200,0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | 605 | 12,6 | 12,6 | 87,4 | LÍMITE LÍQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | 350 | 8,8 | 21,4 | 78,6 | LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | 410 | 10,3 | 31,6 | 68,4 | ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | 395 | 9,9 | 41,5 | 58,5 | CLASF. AASHTO = A-1-a (0) |
| 3/8" | 9.525 | 385 | 8,9 | 50,4 | 49,6 | CLASF. SUCCS = GP - GM |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado % 200 |
| # 4 | 4.760 | 410 | 10,3 | 60,6 | 39,4 | 4000,0 3661,4 8,6 |
| # 8 | 2.360 | | | | | % Grava = 80,6 % |
| # 10 | 2.000 | 15,5 | 3,1 | 63,7 | 36,3 | % Arena = 30,9 % |
| # 30 | 0.800 | 23,9 | 4,7 | 68,4 | 31,6 | % Fino = 8,5 % |
| # 40 | 0.420 | 21,6 | 4,3 | 72,6 | 27,4 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humedad |
| # 50 | 0.300 | 25,0 | 4,9 | 77,6 | 22,4 | 4160,0 4000,0 4,0% |
| # 80 | 0.160 | | | | | OBSERVACIONES: |
| # 100 | 0.150 | 46,8 | 9,2 | 86,8 | 13,2 | |
| # 200 | 0.075 | 24,2 | 4,8 | 91,5 | 8,5 | |
| < # 200 | FONDO | 43,0 | 8,5 | 100,0 | 0,0 | |
| FRACCIÓN | | 200,0 | | | | |
| TOTAL | | 4.000,0 | | | | |

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA




GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. 23.365



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 01

MUESTRA : M3

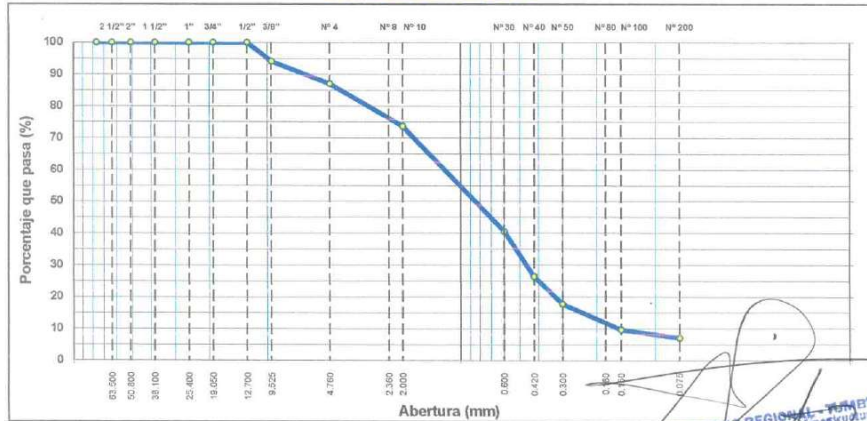
FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 1.00 - 1.50 m

| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|---------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 3.000,0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | PESO LAVADO = 2787,3 gr |
| 2" | 50.800 | | | | | PESO FINO = 200,0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | LÍMITE LÍQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | | | | 100,0 | LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | | 0,0 | 0,0 | 100,0 | ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | | 0,0 | 0,0 | 100,0 | CLASF. AASHTO = A-1-b (0) |
| 3/8" | 9.525 | 180 | 6,0 | 6,0 | 94,0 | CLASF. SUCCS = SP - SM |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado % 200 |
| # 4 | 4.760 | 210 | 7,0 | 13,0 | 87,0 | 3000,0 2787,3 7,1 |
| # 8 | 2.360 | | | | | % Grava = 13,0 % |
| # 10 | 2.000 | 30,6 | 13,3 | 26,3 | 73,7 | % Arena = 79,9 % |
| # 30 | 0.600 | 76,3 | 33,2 | 59,5 | 40,5 | % Fino = 7,1 % |
| # 40 | 0.420 | 32,6 | 14,2 | 73,6 | 26,4 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humedad |
| # 50 | 0.300 | 19,6 | 8,5 | 82,2 | 17,8 | 3190,0 3000,0 6,3% |
| # 80 | 0.180 | | | | | OBSERVACIONES: |
| # 100 | 0.150 | 18,9 | 8,2 | 90,4 | 9,6 | |
| # 200 | 0.075 | 5,8 | 2,5 | 92,9 | 7,1 | |
| < # 200 FONDO | | 16,3 | 7,1 | 100,0 | 0,0 | |
| FRACCIÓN | | 200,0 | | | | |
| TOTAL | | 3.000,0 | | | | |

Descripción suelo: Arena pobremente gradada con limo

CURVA GRANULOMÉTRICA




Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 217668



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

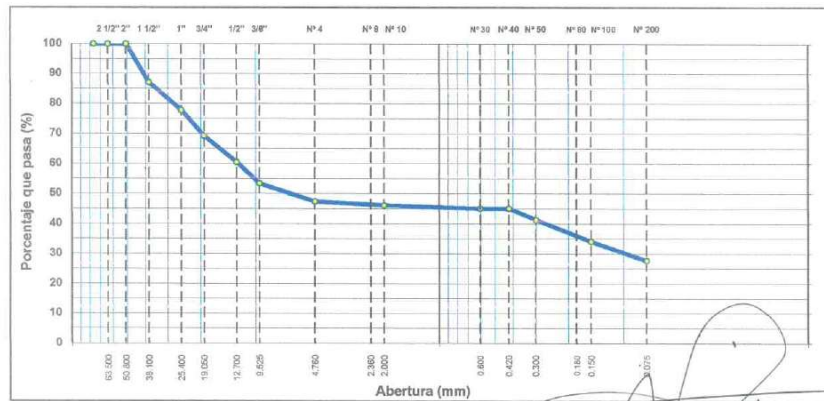
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"
 SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 CALICATA : C - 02
 MUESTRA : M1
 PROFUND : 0.00 - 0.40 m
 FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | |
|----------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|-------------|-----------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 4.500,0 gr | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | 100,0 | PESO LAVADO = 3256,9 gr | | | |
| 2" | 50.800 | | 0,0 | 0,0 | 100,0 | PESO FINO = 200,0 gr | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 590 | 12,9 | 12,9 | 87,1 | LÍMITE LÍQUIDO = 24,87 % | | | |
| 1" | 25.400 | 420 | 9,3 | 22,2 | 77,8 | LÍMITE PLÁSTICO = 14,40 % | | | |
| 3/4" | 19.050 | 386 | 8,6 | 30,8 | 69,2 | ÍNDICE PLÁSTICO = 10,47 % | | | |
| 1/2" | 12.700 | 392 | 8,7 | 39,5 | 60,5 | CLASF. AASHTO = A-2-4 (0) | | | |
| 3/8" | 9.525 | 318 | 7,1 | 46,6 | 53,4 | CLASF. SUCCS = GC | | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 | | | |
| # 4 | 4.760 | 270 | 6,0 | 52,6 | 47,4 | P.S. Seco | P.S. Lavado | % 200 | |
| # 8 | 2.380 | | | | | 4500,0 | 3256,9 | 27,6 | |
| # 10 | 2.000 | 6,2 | 1,2 | 53,8 | 48,2 | % Grava = 52,6 % | | | |
| # 30 | 0.600 | 4,6 | 1,1 | 54,9 | 45,1 | % Arena = 19,8 % | | | |
| # 40 | 0.420 | | 0,0 | 54,9 | 45,1 | % Fino = 27,7 % | | | |
| # 50 | 0.300 | 15,9 | 3,8 | 58,7 | 41,3 | % HUMEDAD | | | |
| # 80 | 0.180 | | | | | P.S.H. | P.S.S | % Humedad | |
| # 100 | 0.150 | 30,4 | 7,2 | 65,9 | 34,1 | 4630,0 | 4500,0 | 2,9% | |
| # 200 | 0.075 | 27,9 | 6,5 | 72,4 | 27,7 | OBSERVACIONES: | | | |
| < # 200 | FONDO | 116,6 | 27,6 | 100,0 | 0,0 | | | | |
| FRACCIÓN | | 200,0 | | | | | | | |
| TOTAL | | 4.500,0 | | | | | | | |

Descripción suelo: Grava arcillosa con arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 14.8668



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 02

MUESTRA : M2

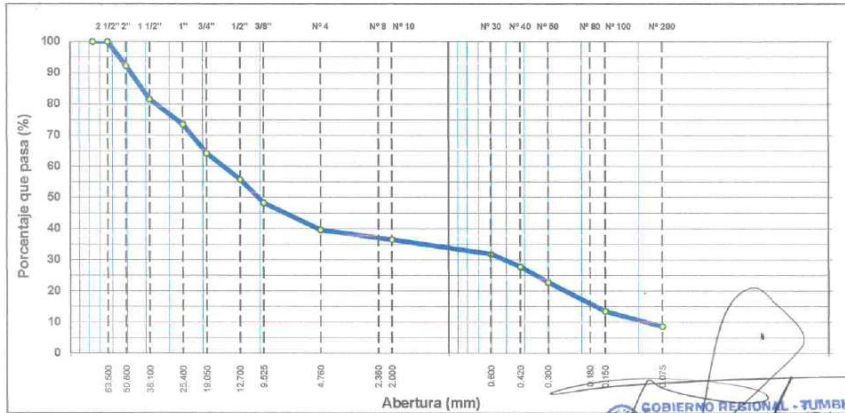
FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.40 - 1.10 m

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q. PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|----------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 4.500,0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | 100,0 | PESO LAVADO = 4112,0 gr |
| 2" | 50.800 | 350 | 7,8 | 7,8 | 92,2 | PESO FINO = 200,0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | 485 | 10,8 | 18,6 | 81,4 | LIMITE LIQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | 355 | 7,9 | 26,5 | 73,6 | INDICE PLASTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | 420 | 9,3 | 35,8 | 64,2 | CLASF. AASHTO = A-1-a [0] |
| 1/2" | 12.700 | 380 | 8,4 | 44,2 | 55,8 | CLASF. SUCCS = GP - GM |
| 3/8" | 9.525 | 340 | 7,6 | 51,8 | 48,2 | Ensayo Malla #200 |
| 1/4" | 6.350 | | | | | P.S.Seco. P.S.Lavado % 200 |
| # 4 | 4.760 | 990 | 8,7 | 60,5 | 39,6 | 4500,0 4112,0 8,6 |
| # 8 | 2.390 | | | | | % Grava = 60,5 % |
| # 10 | 2.000 | 15,5 | 3,1 | 63,5 | 36,5 | % Arena = 30,9 % |
| # 30 | 0.600 | 23,8 | 4,7 | 68,2 | 31,8 | % Fino = 8,6 % |
| # 40 | 0.420 | 20,6 | 4,1 | 72,3 | 27,7 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad |
| # 50 | 0.300 | 25,2 | 5,0 | 77,3 | 22,7 | 4670,0 4500,0 8,6% |
| # 30 | 0.180 | | | | | OBSERVACIONES: |
| # 100 | 0.150 | 46,5 | 9,2 | 86,5 | 13,5 | |
| # 200 | 0.075 | 24,8 | 4,9 | 91,4 | 8,6 | |
| < # 200 | FONDO | 43,6 | 8,6 | 100,0 | 0,0 | |
| FRACCIÓN | | 200,0 | | | | |
| TOTAL | | 4.500,0 | | | | |

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA




GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallón
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 123.7608



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-87

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 02

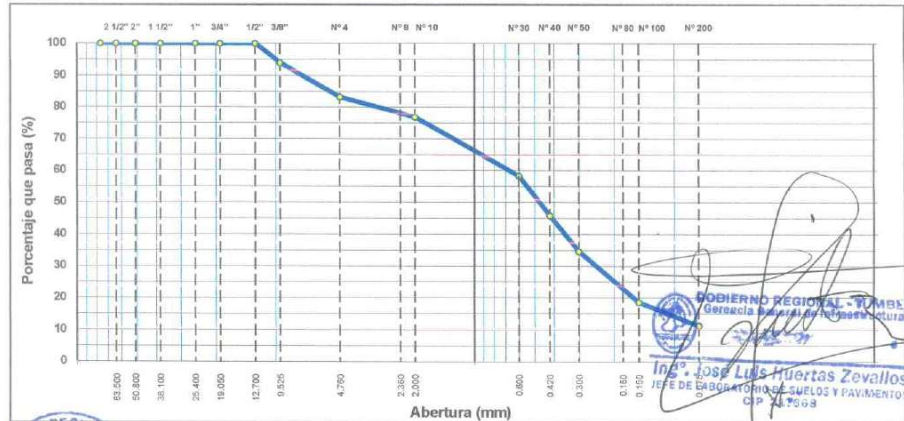
MUESTRA : M3

PROFUND : 1.10 - 1.50 m

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | |
|--------------------|-----------|---|-------------|-----------|-----------|---------------------------|------------|-------------|-----------|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL | = | 3,100.0 gr | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | PESO LAVADO | = | 2753.0 gr | |
| 2" | 50.800 | | | | 100.0 | PESO FINO | = | 200.0 gr | |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LÍMITE LÍQUIDO | = | N.P. % | |
| 1" | 25.400 | | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LÍMITE PLÁSTICO | = | N.P. % | |
| 3/4" | 19.050 | | 0.0 | 0.0 | 100.0 | ÍNDICE PLÁSTICO | = | N.P. % | |
| 1/2" | 12.700 | | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO | = | A-1-b (0) | |
| 3/8" | 9.525 | 190 | 6.1 | 6.1 | 93.9 | CLASF. SUCCS | = | SP - SM | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 | P.S. Seco. | P.S. Lavado | % 200 |
| # 4 | 4.760 | 330 | 10.7 | 16.8 | 83.2 | | 3100.0 | 2753.0 | 11.2 |
| # 8 | 2.380 | | | | | % Grava | = | 16.8 | % |
| # 10 | 2.000 | 16.2 | 6.3 | 23.1 | 76.9 | % Arena | = | 72.0 | % |
| # 30 | 0.600 | 44.6 | 18.6 | 41.7 | 58.3 | % Fino | = | 11.2 | % |
| # 40 | 0.420 | 30.1 | 12.5 | 54.2 | 45.8 | % HUMEDAD | P.S.H. | P.S.S. | % Humedad |
| # 50 | 0.300 | 27.0 | 11.2 | 65.4 | 34.6 | | 3310.0 | 3100.0 | 6.8% |
| # 80 | 0.180 | | | | | OBSERVACIONES: | | | |
| # 100 | 0.150 | 39.7 | 16.1 | 81.5 | 18.5 | | | | |
| # 200 | 0.075 | 17.5 | 7.3 | 88.8 | 11.2 | | | | |
| < # 200 | FONDO | 26.9 | 11.2 | 100.0 | 0.0 | | | | |
| FRACCIÓN | | 200.0 | | | | | | | |
| TOTAL | | 3,100.0 | | | | | | | |
| Descripción suelo: | | Arena pobremente gradada con limo y grava | | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA





GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

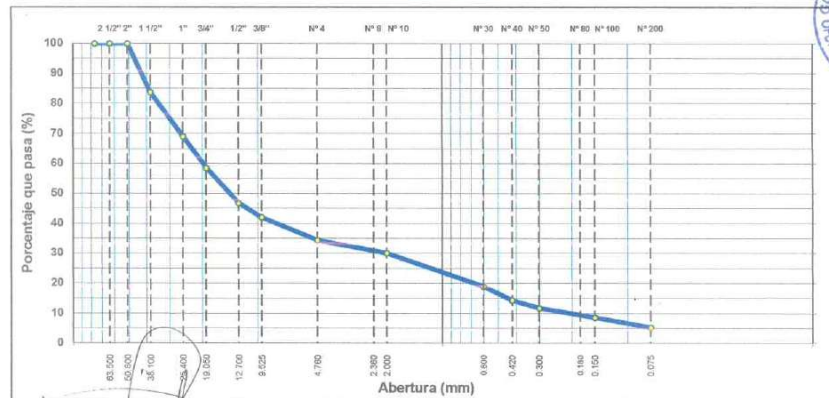
SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 CALICATA : C - 03
 MUESTRA : M1
 PROFUND : 0.00 - 0.50 m

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|----------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 5.200,0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | PESO LAVADO = 4927,8 gr |
| 2" | 50.800 | | | | 100,0 | PESO FINO = 200,0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | 850 | 16,4 | 16,4 | 83,7 | LÍMITE LÍQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | 760 | 14,6 | 31,0 | 69,0 | LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | 660 | 10,6 | 41,6 | 58,5 | ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | 610 | 11,7 | 53,3 | 46,7 | CLASF. AASHTO = A-1-a (0) |
| 3/8" | 9.525 | 245 | 4,7 | 58,0 | 42,0 | CLASF. SUCCS = GP - GM |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado % 200 |
| # 4 | 4.760 | 400 | 7,7 | 65,7 | 34,3 | 5200,0 4927,8 6,2 |
| # 8 | 2.360 | | | | | % Grava = 65,7 % |
| # 10 | 2.000 | 24,9 | 4,3 | 69,9 | 30,1 | % Arena = 29,1 % |
| # 30 | 0.600 | 65,2 | 11,2 | 81,1 | 18,9 | % Fino = 5,2 % |
| # 40 | 0.420 | 26,5 | 4,5 | 85,7 | 14,3 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad |
| # 50 | 0.300 | 15,4 | 2,6 | 88,3 | 11,7 | 6290,0 5200,0 1,7% |
| # 80 | 0.180 | | | | | OBSERVACIONES: |
| # 100 | 0.150 | 18,0 | 3,1 | 91,4 | 8,6 | |
| # 200 | 0.075 | 19,6 | 3,4 | 94,8 | 5,2 | |
| <# 200 | FONDO | 30,9 | 5,2 | 100,0 | 0,0 | |
| FRACCIÓN | | 200,0 | | | | |
| TOTAL | | 5.200,0 | | | | |

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
 Ing.° José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 03

MUESTRA : M2

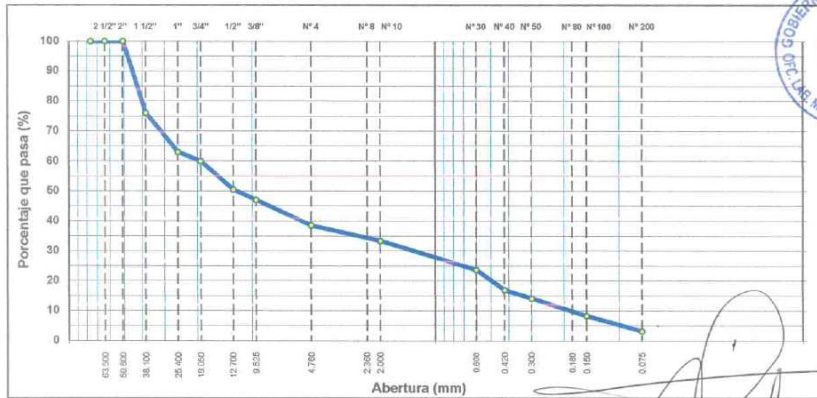
FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.50 - 0.80 m

| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 2.000,0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | 100,0 | PESO LAVADO = 1936,5 gr |
| 2" | 50.800 | | 0,0 | 0,0 | 100,0 | PESO FINO = 200,0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | 480 | 24,0 | 24,0 | 76,0 | LÍMITE LÍQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | 280 | 13,0 | 37,0 | 63,0 | LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | 60 | 3,0 | 40,0 | 60,0 | ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | 190 | 9,5 | 49,5 | 50,5 | CLASF. AASHTO = A-1-a (0) |
| 3/8" | 9.525 | 70 | 3,5 | 53,0 | 47,0 | CLASF. SUGCS = GP |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 |
| # 4 | 4.760 | 170 | 8,5 | 61,5 | 38,5 | P.S. Seco = 2000,0 |
| # 8 | 2.360 | | | | | P.S. Lavado = 1936,5 |
| # 10 | 2.000 | 27,0 | 5,2 | 66,7 | 33,3 | % 200 = 3,2 |
| # 30 | 0.600 | 60,2 | 9,7 | 76,4 | 23,6 | % Grava = 61,5 % |
| # 40 | 0.420 | 35,0 | 6,7 | 83,1 | 16,9 | % Arena = 35,3 % |
| # 50 | 0.300 | 14,8 | 2,8 | 86,0 | 14,1 | % Fino = 3,2 % |
| # 60 | 0.180 | | | | | % HUMEDAD = P.S.H. = 2060,0 |
| # 100 | 0.150 | 30,4 | 5,9 | 91,8 | 8,2 | P.S.S = 2000,0 |
| # 200 | 0.075 | 26,1 | 5,0 | 96,8 | 3,2 | % Humedad = 3,0% |
| < # 200 | FONDO | 16,5 | 3,2 | 100,0 | 0,0 | OBSERVACIONES: |
| FRACCIÓN | | 200,0 | | | | |
| TOTAL | | 2.000,0 | | | | |

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIV. 27968



**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

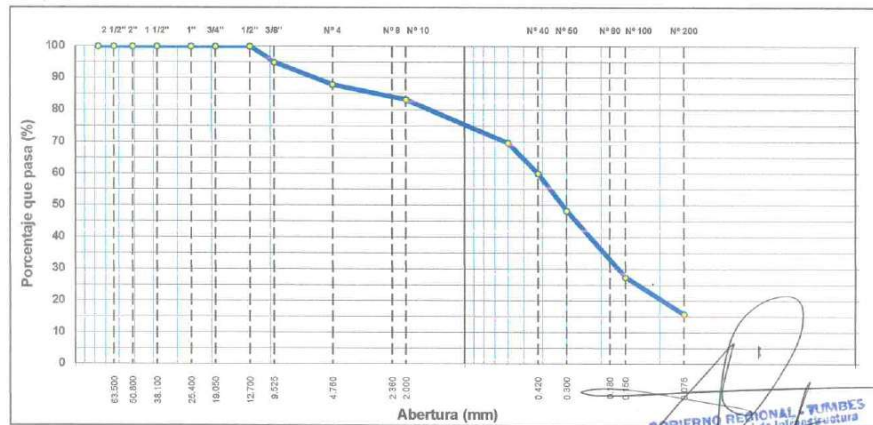
PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
CALICATA : C - 03
MUESTRA : M3
PROFUND : 0.80 - 1.50 m

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|---------------------------------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 2,300.0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | PESO LAVADO = 1939.4 gr |
| 2" | 50.800 | | | | | PESO FINO = 200.0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | 100.0 | LÍMITE LÍQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | | 0.0 | 0.0 | 100.0 | ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-2-4 (0) |
| 3/8" | 9.525 | 116 | 5.0 | 5.0 | 95.0 | CLASF. SUCCS = SM |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 |
| # 4 | 4.760 | 165 | 7.2 | 12.2 | 87.8 | P.S. Seco. = 2300.0 |
| # 8 | 2.380 | | | | | P.S. Lavado = 1939.4 |
| # 10 | 2.000 | 10.6 | 4.6 | 16.8 | 83.2 | % 200 = 15.7 |
| # 30 | 0.600 | 30.7 | 13.5 | 30.3 | 69.7 | % Grava = 12.2 % |
| # 40 | 0.420 | 22.3 | 9.8 | 40.1 | 60.0 | % Arena = 72.1 % |
| # 50 | 0.300 | 26.6 | 11.7 | 51.7 | 48.3 | % Fino = 15.7 % |
| # 60 | 0.180 | | | | | % HUMEDAD |
| # 100 | 0.150 | 47.8 | 21.0 | 72.7 | 27.3 | P.S.H. = 2400.0 |
| # 200 | 0.075 | 26.4 | 11.6 | 84.3 | 15.7 | P.S.S = 2300.0 |
| < # 200 | FONDO | 36.7 | 15.7 | 100.0 | 0.0 | % Humedad = 4.3% |
| FRACCIÓN | | 200.0 | | | | OBSERVACIONES: |
| TOTAL | | 2,300.0 | | | | |
| Descripción suelo: Arena limosa | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.V. 2176CR



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

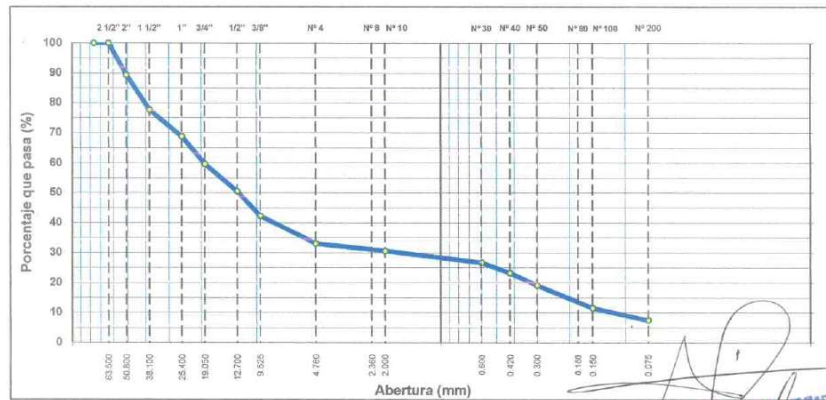
SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 CALICATA : C - 04
 MUESTRA : M1
 PROFUND : 0.00 - 0.20 m

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|----------|------------|-----------|-------------|-----------|----------|-----------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 4.300,0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | 100,0 | PESO LAVADO = 3980,5 gr |
| 2" | 50.800 | 460 | 10,7 | 10,7 | 89,3 | PESO FINO = 200,0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | 500 | 11,6 | 22,3 | 77,7 | LÍMITE LÍQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | 390 | 8,8 | 31,2 | 68,8 | LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | 395 | 9,2 | 40,4 | 59,6 | ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | 390 | 9,1 | 49,4 | 50,6 | CLASF. AASHTO = A-1-a (0) |
| 3/8" | 9.525 | 355 | 8,3 | 57,7 | 42,3 | CLASF. SUCCS = GP - GM |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 |
| # 4 | 4.750 | 400 | 9,3 | 67,0 | 33,0 | P.S. Seco = 4300,0 |
| # 5 | 2.500 | | | | | P.S. Lavado = 3980,5 |
| # 10 | 2.000 | 15,2 | 2,5 | 69,5 | 30,5 | % Grava = 67,0 % |
| # 30 | 0.600 | 23,4 | 3,9 | 73,4 | 26,6 | % Arena = 25,8 % |
| # 40 | 0.420 | 20,7 | 3,4 | 76,8 | 23,2 | % Fino = 7,4 % |
| # 50 | 0.300 | 25,1 | 4,1 | 80,9 | 19,1 | % HUMEDAD = P.S.H. = 4420,0 |
| # 80 | 0.180 | | | | | P.S.S = 4300,0 |
| # 100 | 0.150 | 46,0 | 7,6 | 88,5 | 11,5 | % Humedad = 2,8% |
| # 200 | 0.075 | 24,6 | 4,1 | 92,6 | 7,4 | OBSERVACIONES: |
| <# 200 | FONDO | 45,0 | 7,4 | 100,0 | 0,0 | |
| FRACCIÓN | 200,0 | | | | | |
| TOTAL | 4.300,0 | | | | | |

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zavallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 227608



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 04

MUESTRA : M2

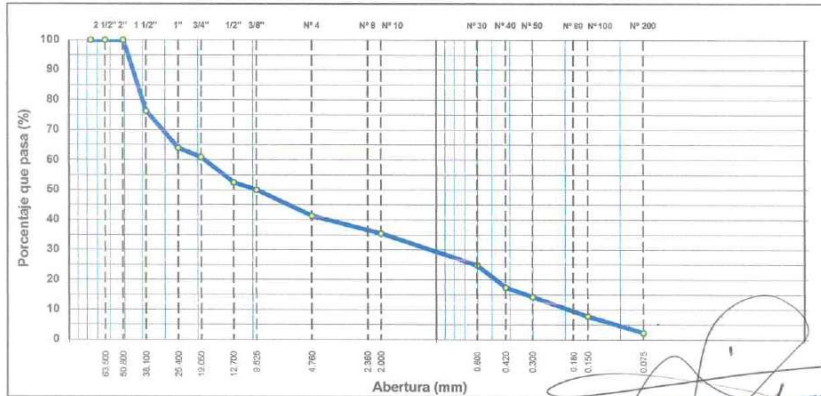
FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.40 - 1.50 m

| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 2.150,0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | PESO LAVADO = 2099,7 gr |
| 2" | 50.800 | | 0,0 | 0,0 | 100,0 | PESO FINO = 200,0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | 510 | 23,7 | 23,7 | 76,3 | LÍMITE LÍQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | 285 | 12,3 | 36,1 | 64,0 | LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | 65 | 3,0 | 39,1 | 60,9 | ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | 180 | 8,4 | 47,4 | 52,6 | CLASF. AASHTO = A-1-a (0) |
| 3/8" | 9.525 | 55 | 2,6 | 50,0 | 50,0 | CLASF. SUCCS = GP |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 |
| # 4 | 4.760 | 185 | 8,6 | 58,6 | 41,4 | P.S. Seco. P.S. Lavado % 200 |
| # 5 | 2.380 | | | | | 2150,0 2099,7 2,3 |
| # 10 | 2.000 | 28,6 | 5,9 | 64,5 | 35,5 | % Grava = 58,6 % |
| # 30 | 0.600 | 51,4 | 10,6 | 75,2 | 24,8 | % Arena = 39,1 % |
| # 40 | 0.420 | 36,0 | 7,5 | 82,6 | 17,4 | % Fino = 2,3 % |
| # 50 | 0.300 | 15,2 | 3,1 | 85,8 | 14,2 | % HUMEDAD |
| # 80 | 0.180 | | | | | P.S.H. P.S.S % Humedad |
| # 100 | 0.150 | 30,8 | 6,4 | 92,1 | 7,9 | 2210,0 2150,0 2,8% |
| # 200 | 0.075 | 26,7 | 5,5 | 97,7 | 2,3 | OBSERVACIONES: |
| < # 200 | FONDO | 11,3 | 2,3 | 100,0 | 0,0 | |
| FRACCIÓN | 200,0 | | | | | |
| TOTAL | 2.150,0 | | | | | |

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 217608



**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

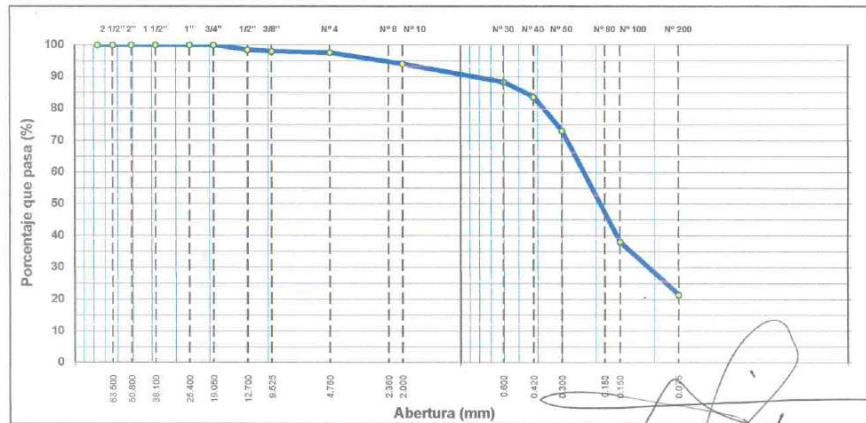
PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
CALICATA : C - 04
MUESTRA : M3
PROFUND : 0.40 - 1.50 m

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | SRET. PARC. | %RET. AC. | % Q° PASA | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|--------------------|--------------|-----------|-------------|-----------|-----------|--|
| 3" | 76.200 | | | | | PESO TOTAL = 1.850.0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | PESO LAVADO = 1454.7 gr |
| 2" | 50.800 | | | | | PESO FINO = 200.0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | LÍMITE LÍQUIDO = N.P. % |
| 1" | 25.400 | | | | | LÍMITE PLÁSTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.050 | | | | 100.0 | ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | 28 | 1.5 | 1.5 | 98.5 | CLASF. AASHTO = A-2-4 (0) |
| 3/8" | 9.525 | 10 | 0.5 | 2.1 | 98.0 | CLASF. SUCCS = SM |
| 1/4" | 6.350 | | | | | Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado % 200 |
| # 4 | 4.760 | 7 | 0.4 | 2.4 | 97.6 | 1850.0 1454.7 21.4 |
| # 8 | 2.360 | | | | | % Grava = 2.4 % |
| # 10 | 2.000 | 7.1 | 3.5 | 5.9 | 94.1 | % Arena = 78.2 % |
| # 30 | 0.800 | 11.9 | 5.8 | 11.7 | 88.3 | % Fino = 21.4 % |
| # 40 | 0.420 | 9.6 | 4.7 | 16.4 | 83.6 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humedad |
| # 50 | 0.300 | 21.5 | 10.5 | 26.9 | 73.1 | 1900.0 1850.0 2.7% |
| # 80 | 0.180 | | | | | OBSERVACIONES: |
| # 100 | 0.150 | 71.9 | 35.1 | 62.0 | 38.1 | |
| # 200 | 0.075 | 34.2 | 18.7 | 78.6 | 21.4 | |
| < # 200 | FONDO | 43.8 | 21.4 | 100.0 | 0.0 | |
| FRACCIÓN | | 200.0 | | | | |
| TOTAL | | 1.850.0 | | | | |
| Descripción suelo: | Arena limosa | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. José Luis Huertas Zevaillos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 237653



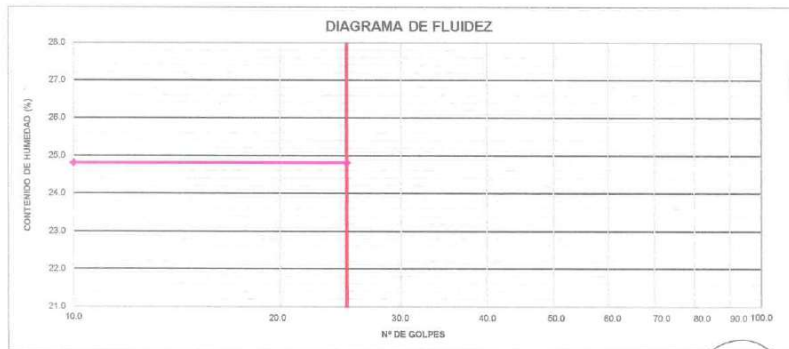
GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"
 SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 CALICATA : C - 01
 MUESTRA : M1
 FECHA : OCTUBRE DEL 2025
 PROFUND : 0.00 - 0.20 m

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|--|
| Nº TARRO | 30 | 26 | 19 | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 37.46 | 45.88 | 39.74 | |
| TARRO + SUELO SECO | 33.52 | 40.14 | 34.98 | |
| AGUA | 3.94 | 5.74 | 4.76 | |
| PESO DEL TARRO | 16.58 | 17.30 | 16.74 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 16.94 | 22.84 | 18.24 | |
| % DE HUMEDAD | 23.26 | 25.13 | 28.10 | |
| Nº DE GOLPES | 33 | 25 | 19 | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|------------------------|-------|-------|--|--|
| Nº TARRO | 1 | 3 | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 19.64 | 21.20 | | |
| TARRO + SUELO SECO | 18.80 | 20.00 | | |
| AGUA | 1.04 | 1.20 | | |
| PESO DEL TARRO | 11.52 | 11.50 | | |
| PESO DEL SUELO SECO | 7.06 | 8.50 | | |
| % DE HUMEDAD | 14.66 | 14.12 | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 24.81 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 14.40 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 10.41 |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |

Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.R. 212168



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 01

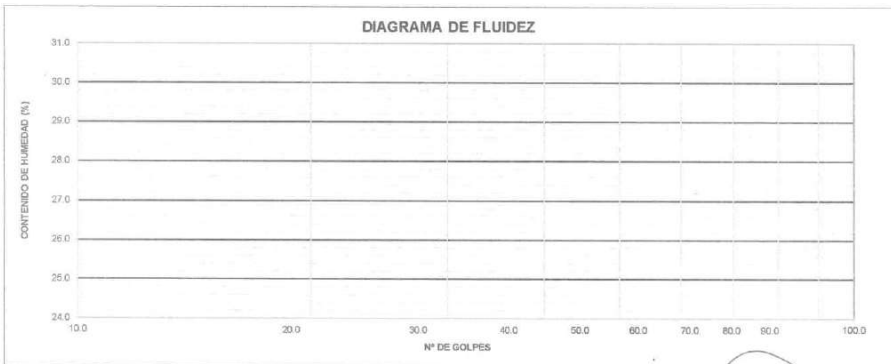
MUESTRA : M2

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.20 - 1.00 m

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|----------------------|--|--|--|--------------------|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | NO PLASTICO |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|----------------------|--|--|--|--------------------|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | NO PLASTICO |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |



GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. 237668



**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 01

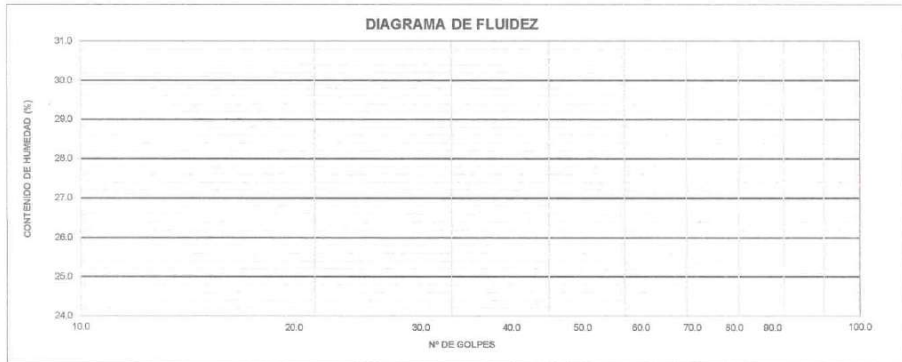
MUESTRA : M3

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 1.00 - 1.50 m

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|----------------------|--|--|--------------------|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | NO PLASTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|----------------------|--|--|--------------------|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | NO PLASTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |



GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 25 3809



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 02

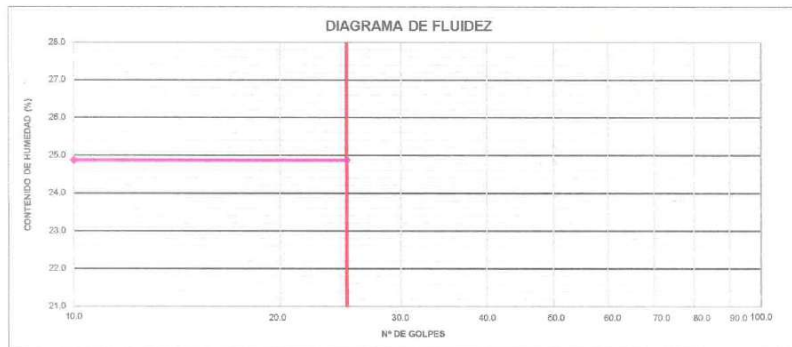
MUESTRA : M1

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.00 - 0.40 m

| LÍMITE LÍQUIDO | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| N° TARRO | 32 | 25 | 20 |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 37.49 | 45.83 | 39.77 |
| TARRO + SUELO SECO | 33.52 | 40.14 | 34.98 |
| AGUA | 3.97 | 5.69 | 4.79 |
| PESO DEL TARRO | 16.58 | 17.30 | 16.74 |
| PESO DEL SUELO SECO | 16.94 | 22.84 | 18.24 |
| % DE HUMEDAD | 23.44 | 24.91 | 26.26 |
| N° DE GOLPES | 33 | 25 | 19 |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | |
|------------------------|-------|-------|--|
| N° TARRO | 1 | 3 | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 19.94 | 21.20 | |
| TARRO + SUELO SECO | 18.90 | 20.00 | |
| AGUA | 1.04 | 1.20 | |
| PESO DEL TARRO | 11.52 | 11.50 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 7.08 | 8.50 | |
| % DE HUMEDAD | 14.89 | 14.12 | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 24.87 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 14.40 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 10.47 |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |



GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 1207688



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 02

MUESTRA : M2

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.40 - 1.10 m

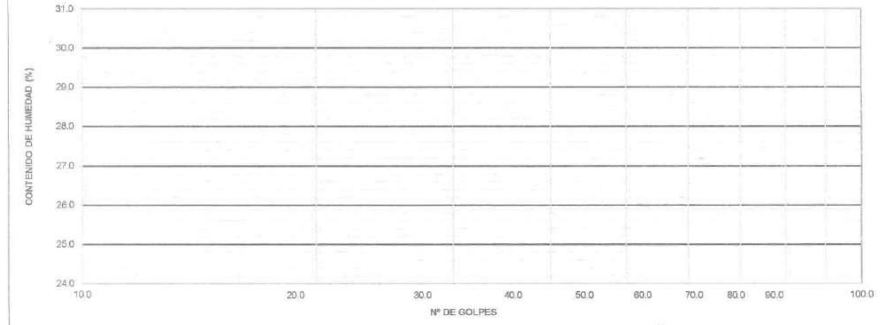
LÍMITE LÍQUIDO

| | | | | |
|----------------------|--|--|--------------------|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | NO PLÁSTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

LÍMITE PLÁSTICO

| | | | | |
|----------------------|--|--|--------------------|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | NO PLÁSTICO | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N. P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N. P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N. P. |

OBSERVACIONES

Empty box for observations.



GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura

 Ing. José Luis Huertas Zevani
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 01P 02508



**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 02

MUESTRA : M3

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 1.10 - 1.50 m

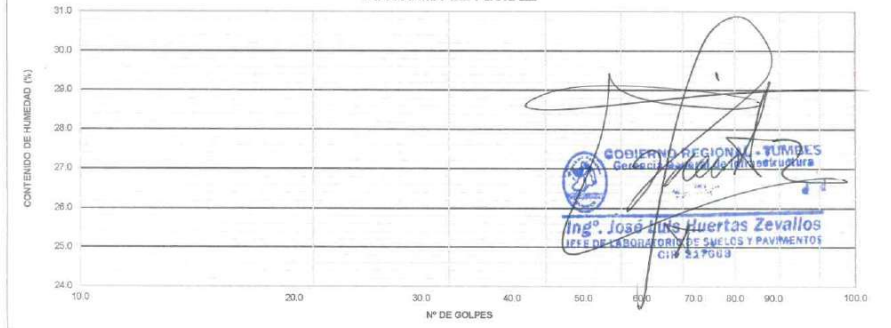
LIMITE LIQUIDO

| | | | | |
|----------------------|--|--------------------|--|--|
| N° TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | NO PLASTICO | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| N° DE GOLPES | | | | |

LIMITE PLÁSTICO

| | | | | |
|----------------------|--|--------------------|--|--|
| N° TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | NO PLASTICO | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

| | |
|-----------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

OBSERVACIONES

| |
|--|
| |
|--|





GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 03

MUESTRA : M1

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.00 - 0.50 m

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|-----------------------|--|--|--------------------|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | NO PLASTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|------------------------|--|--|--------------------|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | NO PLASTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |





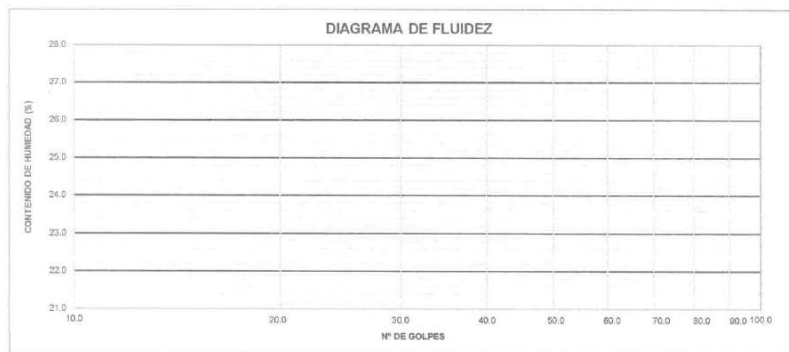
GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"
 SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 CALICATA : C - 03
 MUESTRA : M2
 PROFUND : 0.50 - 0.80 m
 FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|------------------------|--|--|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 22768



**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

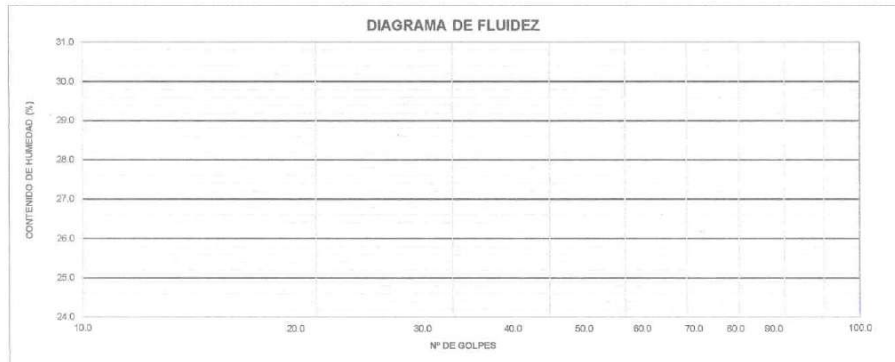
**LÍMITES DE ATTERBERG
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
CALICATA : C - 03
MUESTRA : M3
PROFUND : 0.80 - 1.50 m
FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| LÍMITE LÍQUIDO | | | |
|----------------------|--|-------------|--|
| Nº TARRO | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | |
| AGUA | | NO PLÁSTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | |
| % DE HUMEDAD | | | |
| Nº DE GOLPES | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | |
|----------------------|--|-------------|--|
| Nº TARRO | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | |
| AGUA | | NO PLÁSTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | |
| % DE HUMEDAD | | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |



GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 01P 202508



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 04

MUESTRA : M1

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.00 - 0.20 m

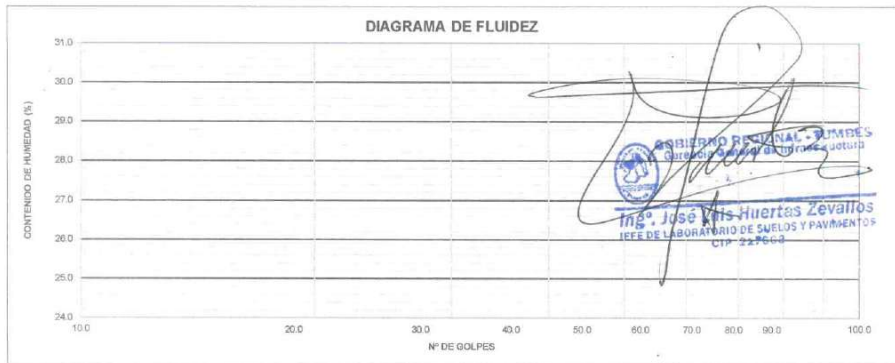
LÍMITE LÍQUIDO

| | | | | |
|----------------------|--|--------------------|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | NO PLASTICO | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

LÍMITE PLÁSTICO

| | | | | |
|----------------------|--|--------------------|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | NO PLASTICO | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |





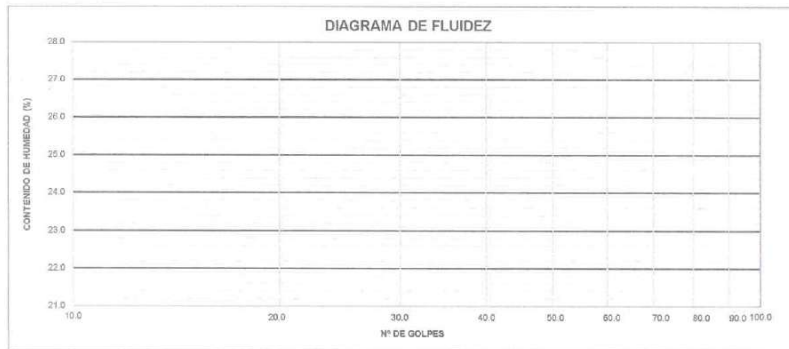
GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"
 SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 CALICATA : C - 04
 MUESTRA : M2
 PROFUND : 0.40 - 1.50 m
 FECHA : OCTUBRE DEL 2025

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |




 GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallón
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 2276-03



**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**LÍMITES DE ATTERBERG
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO: "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"

SOLICITANTE: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

LUGAR : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

CALICATA : C - 04

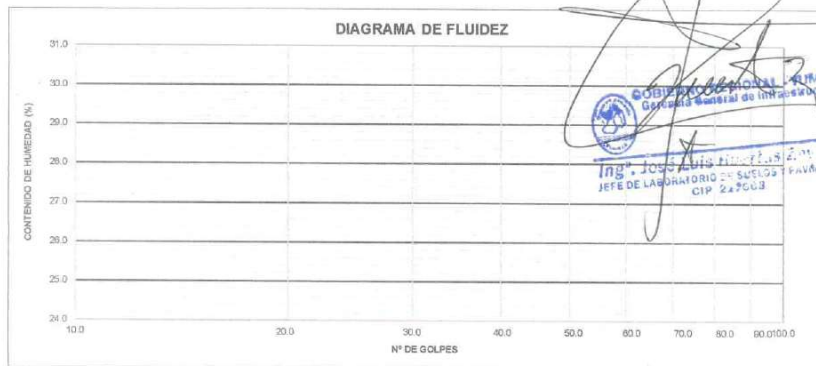
MUESTRA : M3

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

PROFUND : 0.40 - 1.50 m

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|----------------------|--|--|--------------------|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | NO PLÁSTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|----------------------|--|--|--------------------|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | NO PLÁSTICO | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | N.P. |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
| |



Proyecto : CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"

Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA

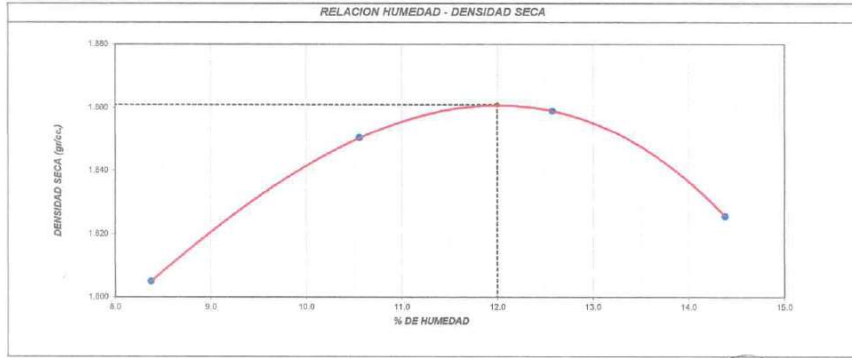
Ubicación : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO

Calicata : C1



| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1657 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-----------------|-------|---|
| Volumen Molde | | 2123 | | cm ³ | | |
| Peso Molde | | 3107 | | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 7.260 | 7.450 | 7.550 | 7.540 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4.153 | 4.343 | 4.443 | 4.433 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.956 | 2.046 | 2.083 | 2.088 | |
| Recipiente Numero | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Peso de la Tara | gr. | 20.3 | 20.2 | 20.1 | 20.5 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 108.3 | 110.2 | 112.3 | 111.4 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 101.5 | 101.6 | 102.0 | 100.0 | |
| Peso del agua | gr. | 6.8 | 8.6 | 10.3 | 11.4 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 81 | 81 | 82 | 80 | |
| Contenido de agua | % | 8.4 | 10.6 | 12.6 | 14.4 | |
| Densidad Saca | gr/cc | 1.805 | 1.850 | 1.859 | 1.826 | |

Densidad Máxima Seca: 1.861 gr/cm³. Contenido Humedad Optima: 12.0 %



GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia General de Ingeniería Civil

Jorge Rodríguez Fariás Purizaga

Ing. José Luis Huertas Zavallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. 317689

Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C1



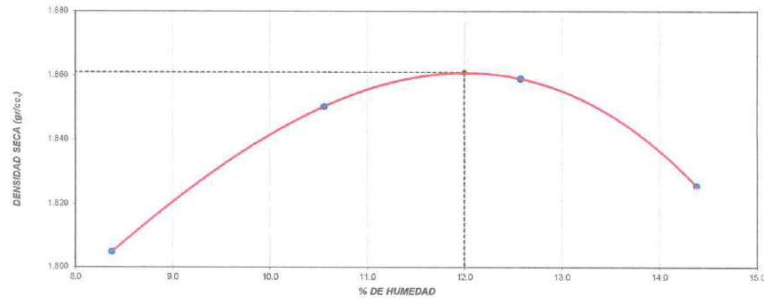
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2123 | cm ³ |
| Peso Molde | 3107 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.956 | 2.048 | 2.083 | 2.088 |
| Contenido de agua | % | 6.4 | 10.6 | 12.6 | 14.4 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.805 | 1.850 | 1.850 | 1.826 |

| | | | |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|--------|
| Densidad Máxima Seca: | 1.861 gr/cm ³ | Contenido Humedad Optima: | 12.0 % |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|--------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA




Ing. Jose Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LA DIVISION DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.R. 117668

Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"
 Solicitante : BACH JORGE RODRIGO FARIAS PURIZACA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C1



| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883 | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--------------|---------------|----------------------|-------|-------------|-------------|----------------------|-------|-------------|--------|----------------------|-------|
| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | | | | | | | |
| Molde N° | 2 | | | 4 | | | 1 | | | | | | |
| Número de capas | 5 | | | 5 | | | 5 | | | | | | |
| Número de golpes | 56 | | | 26 | | | 10 | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | | | SATURADO | | | NO SATURADO | | | SATURADO | | | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 9,379 | | | 9,209 | | | 9,074 | | | | | | |
| Peso molde (gr.) | 4,950 | | | 4,983 | | | 4,957 | | | | | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,425 | | | 4,293 | | | 4,117 | | | | | | |
| Volumen del molde (cm³) | 2,123 | | | 2,123 | | | 2,123 | | | | | | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 2,084 | | | 2,022 | | | 1,939 | | | | | | |
| Densidad Secca (gr./cm³) | 1,861 | | | 1,805 | | | 1,732 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de tara (gr.) | 20,1 | | | 20,1 | | | 20,4 | | | | | | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 98,6 | | | 100,2 | | | 100,5 | | | | | | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 80,2 | | | 81,6 | | | 81,9 | | | | | | |
| Peso de agua (gr.) | 8,4 | | | 8,6 | | | 8,6 | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 70,1 | | | 71,5 | | | 71,5 | | | | | | |
| Humedad (%) | 12,0 | | | 12,0 | | | 12,0 | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| 31-Mar | 14:00 | 0 | 10 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 1-Abr | 14:00 | 24 | 11 | 0.03 | 0.02 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 2-Abr | 14:00 | 48 | 13 | 0.08 | 0.07 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 3-Abr | 14:00 | 72 | 14 | 0.10 | 0.09 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 4-Abr | 14:00 | 96 | 18 | 0.20 | 0.17 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 2 | | | | Molde N° 4 | | | | Molde N° 1 | | | |
| | | Carga kg | kg/cm² | Corrección kg/cm² | CBR % | Carga kg | kg/cm² | Corrección kg/cm² | CBR % | Carga kg | kg/cm² | Corrección kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 162 | 7.5 | | | 158 | 7.8 | | | 153 | 7.6 | | |
| 0.050 | | 161 | 8.0 | | | 302 | 17.9 | | | 273 | 13.5 | | |
| 0.075 | | 368 | 18.2 | | | 502 | 24.9 | | | 477 | 23.6 | | |
| 0.100 | 137.000 | 714 | 35.4 | 54.2 | 39.6 | 676 | 33.5 | 46.0 | 33.6 | 692 | 34.3 | 39.0 | 28.5 |
| 0.150 | | 1280 | 63.4 | | | 1207 | 59.8 | | | 1208 | 59.8 | | |
| 0.200 | 360.000 | 1825 | 90.4 | 161.0 | 44.7 | 1874 | 92.8 | 119.0 | 33.1 | 1855 | 91.8 | 103.0 | 28.6 |
| 0.300 | | 3602 | 178.3 | | | 3194 | 158.1 | | | 2095 | 132.9 | | |
| 0.400 | | 4967 | 246.9 | | | 4235 | 209.7 | | | 3385 | 167.8 | | |
| 0.600 | | 8148 | 304.4 | | | 5154 | 265.2 | | | 3714 | 183.9 | | |



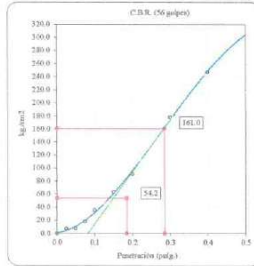
Proyecto : CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C1



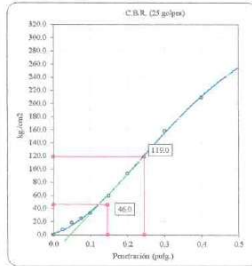
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
 ASTM D1883

Datos de muestra

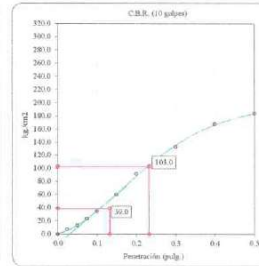
Máxima Densidad Seca : 1.861 gr/cm³ Optimo Contenido de Humedad : 12.0 %
 Máxima Densidad Seca al 65% : 1.768 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 39.6 %

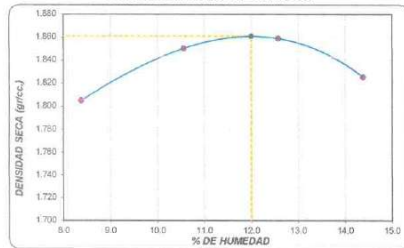


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 33.6 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 28.5 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 29.6 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 39.6 %

[Handwritten Signature]
 GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Oficina de Ingeniería y Construcción
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 217668



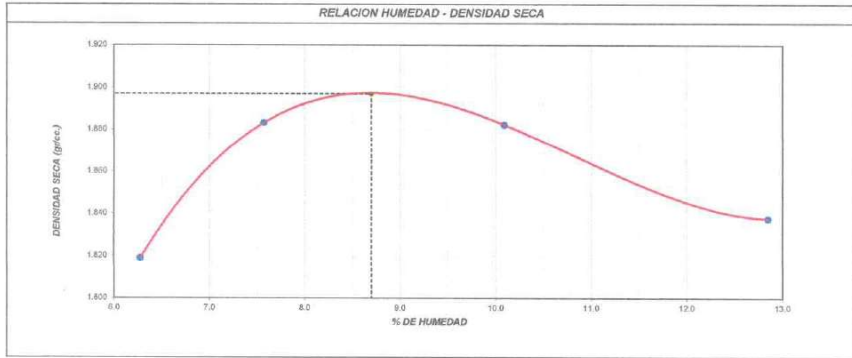
Proyecto: CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025
 Solicitante: BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación: CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata: C2



| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | |
|---|------|-----------------|--|
| Volumen Molde | 2123 | cm ³ | |
| Peso Molde | 3107 | gr. | |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 7.211 | 7.408 | 7.507 | 7.509 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4.104 | 4.301 | 4.400 | 4.402 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.933 | 2.026 | 2.072 | 2.074 | |
| Recipiente Numero | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Peso de la Tara | gr. | 20.0 | 20.1 | 20.1 | 20.2 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 105.0 | 107.2 | 109.3 | 110.4 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 100.0 | 101.1 | 101.1 | 100.1 | |
| Peso del agua | gr. | 5.0 | 6.1 | 8.2 | 10.3 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 80 | 81 | 81 | 80 | |
| Contenido de agua | % | 6.3 | 7.6 | 10.1 | 12.8 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.819 | 1.893 | 1.882 | 1.858 | |

| | | | | | |
|-----------------------|-------|----------------------|---------------------------|-----|---|
| Densidad Máxima Seca: | 1.897 | gr/cm ³ . | Contenido Humedad Optima: | 8.7 | % |
|-----------------------|-------|----------------------|---------------------------|-----|---|




 GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 217968

Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C2



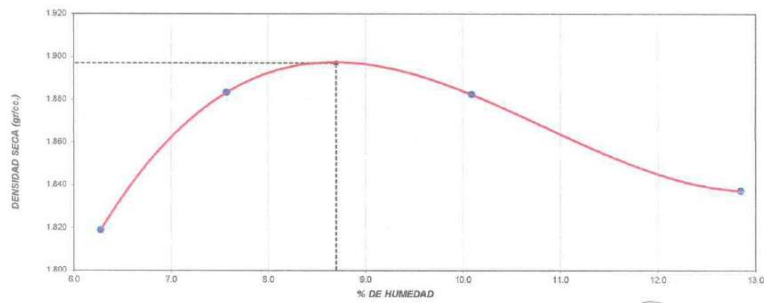
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2123 | cm ³ |
| Peso Molde | 3107 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.933 | 2.026 | 2.072 | 2.074 |
| Contenido de agua | % | 6.3 | 7.6 | 10.1 | 12.8 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.819 | 1.883 | 1.882 | 1.838 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 1.897 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 8.7 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



COBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.N. 23.7668

Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C2



| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883 | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|--------------------|--------------------|----------|------------|--------------------|--------------------|-------|------------|--------------------|--------------------|-------|
| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | | | | | | | |
| Molde N° | 2 | | | 4 | | | 1 | | | | | | |
| Número de espas | 5 | | | 5 | | | 5 | | | | | | |
| Número de golpes | 25 | | | 25 | | | 10 | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | | NO SATURADO | SATURADO | | NO SATURADO | SATURADO | | | | | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 9.363 | | | 9.242 | | | 9.047 | | | | | | |
| Peso molde (gr.) | 4.945 | | | 4.957 | | | 4.963 | | | | | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.418 | | | 4.275 | | | 4.084 | | | | | | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2.123 | | | 2.123 | | | 2.123 | | | | | | |
| Densidad húmeda (gr./cm ³) | 2.081 | | | 2.014 | | | 1.924 | | | | | | |
| Densidad Seca (gr./cm ³) | 1.864 | | | 1.789 | | | 1.715 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de tara (gr.) | 20.1 | | | 20.2 | | | 20.5 | | | | | | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 56.4 | | | 100.8 | | | 100.8 | | | | | | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 56.2 | | | 51.6 | | | 51.9 | | | | | | |
| Peso de agua (gr.) | 8.2 | | | 9.0 | | | 8.7 | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 70.1 | | | 71.5 | | | 71.4 | | | | | | |
| Humedad (%) | 11.6 | | | 12.6 | | | 12.2 | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| 31-Mar | 14.00 | 0 | 10 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 1-Abr | 14.00 | 24 | 11 | 0.03 | 0.02 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 2-Abr | 14.00 | 46 | 13 | 0.08 | 0.07 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 3-Abr | 14.00 | 72 | 14 | 0.10 | 0.09 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 4-Abr | 14.00 | 96 | 16 | 0.20 | 0.17 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm ²) | Molde N° 2 | | | | Molde N° 4 | | | | Molde N° 1 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % |
| 0.025 | | 152 | 7.5 | | | 158 | 7.8 | | | 153 | 7.6 | | |
| 0.050 | | 161 | 8.0 | | | 362 | 17.9 | | | 273 | 13.5 | | |
| 0.075 | | 368 | 18.2 | | | 502 | 24.9 | | | 477 | 23.6 | | |
| 0.100 | 137.000 | 714 | 35.4 | 53.2 | 38.8 | 676 | 33.5 | 56.0 | 40.9 | 652 | 34.3 | 39.0 | 28.5 |
| 0.150 | | 1260 | 63.4 | | | 1207 | 59.8 | | | 1208 | 59.8 | | |
| 0.200 | 360.000 | 1925 | 90.4 | 191.0 | 44.7 | 1874 | 92.8 | 110.0 | 33.1 | 1885 | 91.8 | 103.0 | 28.6 |
| 0.300 | | 3602 | 178.3 | | | 3194 | 158.1 | | | 2685 | 132.9 | | |
| 0.400 | | 4967 | 246.9 | | | 4230 | 209.7 | | | 3885 | 167.8 | | |
| 0.500 | | 8149 | 404.4 | | | 5154 | 255.2 | | | 3714 | 183.9 | | |




 GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia Regional de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. 23.76.68

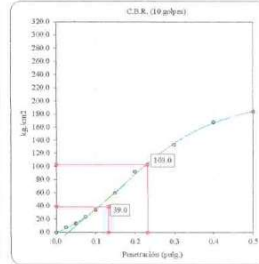
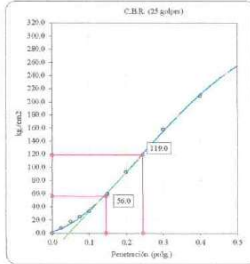
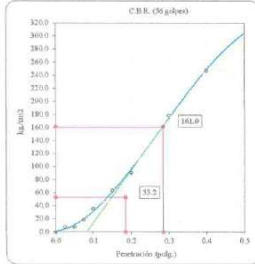
Proyecto : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C2



**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

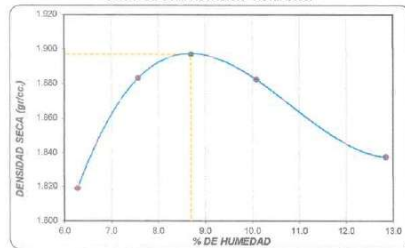
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.897 gr./cm³ Optimo Contenido de Humedad : 8.7 %
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.802 gr./cm³



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 38.8 % C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 40.9 % C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 28.5 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 24.4 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 38.8 %

GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallas
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIR 21.7568



Proyecto : CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C3



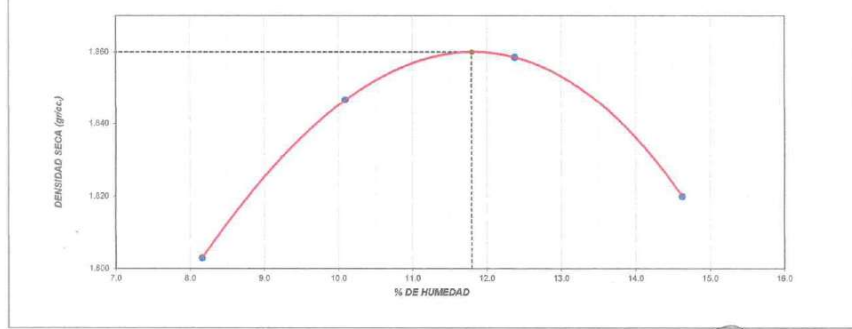
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
 ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde : 2123 cm³
 Peso Molde : 3107 gr.

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 7.247 | 7.423 | 7.541 | 7.536 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4.140 | 4.316 | 4.434 | 4.429 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.950 | 2.033 | 2.086 | 2.086 | |
| Recipiente Numero | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Peso de la Tara | gr. | 20.8 | 20.2 | 20.1 | 20.5 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 108.4 | 110.2 | 112.5 | 112.4 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 101.8 | 101.9 | 102.3 | 100.7 | |
| Peso del agua | gr. | 6.6 | 8.3 | 10.2 | 11.7 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 61 | 82 | 82 | 80 | |
| Contenido de agua | % | 8.2 | 10.1 | 12.4 | 14.6 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.803 | 1.847 | 1.859 | 1.820 | |

Densidad Máxima Seca: 1.860 gr/cm³ **Contenido Humedad Optima:** 11.8 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Oficina General de Administración
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 21.008

Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C3



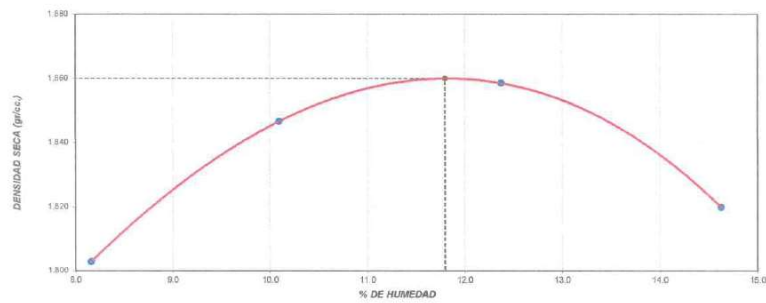
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
 ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2123 | cm ³ |
| Peso Molde | 3107 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.950 | 2.033 | 2.088 | 2.088 |
| Contenido de agua | % | 8.2 | 10.1 | 12.4 | 14.6 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.803 | 1.847 | 1.859 | 1.820 |

| | | | | |
|------------------------------|-------|--------------------|----------------------------------|--------|
| Densidad Máxima Seca: | 1.850 | gr/cm ³ | Contenido Humedad Óptima: | 11.8 % |
|------------------------------|-------|--------------------|----------------------------------|--------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA




GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Defensoría Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 217668

Proyecto : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C3



| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883 | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------|--------------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|--------------------|-------|------------|--------------------|--------------------|-------|
| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | | | | | | | |
| Molde N° | 2 | | 4 | | 1 | | | | | | | | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | | | | | | | | |
| Número de golpes | 50 | | 25 | | 10 | | | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | | | | | | | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 9,357 | | 9,285 | | 9,059 | | | | | | | | |
| Peso molde (gr.) | 4,946 | | 4,953 | | 4,939 | | | | | | | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,412 | | 4,312 | | 4,100 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,123 | | 2,123 | | 2,123 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (gr./cm ³) | 2,078 | | 2,031 | | 1,931 | | | | | | | | |
| Densidad Seca (gr./cm ³) | 1,872 | | 1,801 | | 1,722 | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de tara (gr.) | 20,0 | | 20,0 | | 20,0 | | | | | | | | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 98,7 | | 100,8 | | 100,7 | | | | | | | | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 90,9 | | 91,8 | | 91,9 | | | | | | | | |
| Peso de agua (gr.) | 7,8 | | 9,0 | | 8,7 | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 70,9 | | 70,8 | | 71,9 | | | | | | | | |
| Humedad (%) | 11,0 | | 12,8 | | 12,2 | | | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | Tiempo Hr. | Dial 0,01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| 31-Mar | 14:00 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | | |
| 1-Abr | 14:00 | 24 | 11 | 0,03 | 0,02 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | | |
| 2-Abr | 14:00 | 48 | 13 | 0,08 | 0,07 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | | |
| 3-Abr | 14:00 | 72 | 14 | 0,10 | 0,09 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | | |
| 4-Abr | 14:00 | 96 | 18 | 0,20 | 0,17 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm ²) | Molde N° 2 | | | | Molde N° 4 | | | | Molde N° 1 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | CBR % |
| 0,025 | | 162 | 7,5 | | | 158 | 7,8 | | | 163 | 7,6 | | |
| 0,050 | | 161 | 8,0 | | | 362 | 17,9 | | | 273 | 13,6 | | |
| 0,075 | | 368 | 18,2 | | | 502 | 24,9 | | | 477 | 23,6 | | |
| 0,100 | 137,000 | 714 | 35,4 | 54,2 | 39,6 | 876 | 33,5 | 52,0 | 38,0 | 692 | 34,3 | 49,0 | 35,8 |
| 0,150 | | 1280 | 63,4 | | | 1207 | 59,8 | | | 1308 | 58,8 | | |
| 0,200 | 360,000 | 1825 | 90,4 | 161,0 | 44,7 | 1674 | 92,6 | 119,0 | 33,1 | 1655 | 91,6 | 103,0 | 28,6 |
| 0,300 | | 3602 | 178,3 | | | 3194 | 158,1 | | | 2695 | 132,9 | | |
| 0,400 | | 4987 | 246,9 | | | 4235 | 209,7 | | | 3385 | 167,6 | | |
| 0,500 | | 6148 | 304,4 | | | 5154 | 255,2 | | | 3714 | 183,9 | | |



GOBIERNO REGIONAL TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 25 4668

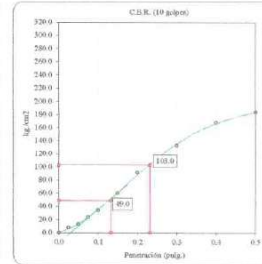
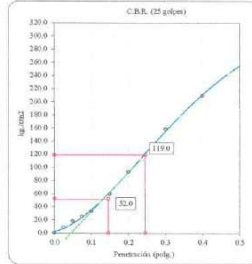
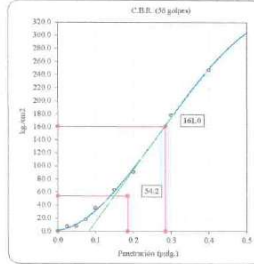
Proyecto : *CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025*
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C3



**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
 ASTM D1883**

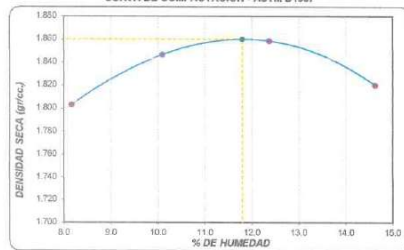
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.850 gr./cm³ Optimo Contenido de Humedad : 11.8 %
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.767 gr./cm³



C.B.R. (0.17) 56 GOLPES : 39.6 % C.B.R. (0.17) 25 GOLPES : 38.0 % C.B.R. (0.17) 12 GOLPES : 35.8 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 29.1 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 39.8 %

GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Dirección Regional de Infraestructura
Ing. José Luis Fuentes Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 21.7668



Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2028"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C4



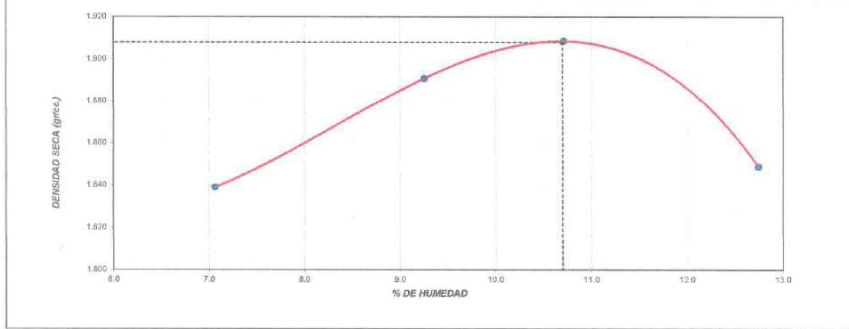
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2123 | cm ³ |
| Peso Molde | 3107 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 7.287 | 7.483 | 7.593 | 7.532 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4.180 | 4.386 | 4.486 | 4.425 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.969 | 2.066 | 2.113 | 2.084 | |
| Recipiente Numero | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Peso de la Tara | gr. | 20.9 | 20.7 | 20.4 | 20.7 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 107.3 | 109.2 | 111.3 | 110.4 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 101.6 | 101.7 | 102.5 | 100.3 | |
| Peso del agua | gr. | 5.7 | 7.5 | 8.8 | 10.1 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 81 | 81 | 82 | 80 | |
| Contenido de agua | % | 7.1 | 9.3 | 10.7 | 12.7 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.839 | 1.891 | 1.908 | 1.849 | |

Densidad Máxima Seca: 1.908 gr/cm³. **Contenido Humedad Optima:** 10.7 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia Regional de Ingeniería
Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 D.P. 17669

Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO - TUMBES - 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C4



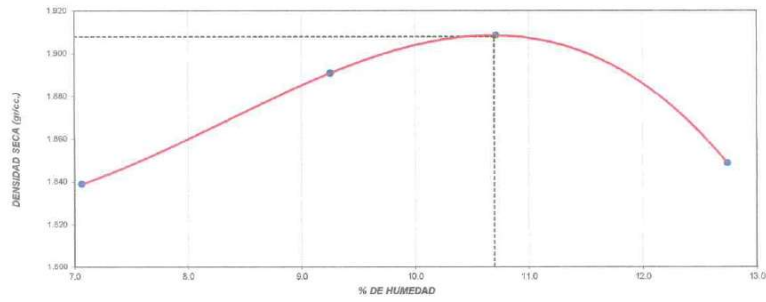
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2123 | cm ³ |
| Peso Molde | 3107 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.969 | 2.066 | 2.113 | 2.084 |
| Contenido de agua | % | 7.1 | 9.3 | 10.7 | 12.7 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.839 | 1.891 | 1.909 | 1.849 |

| | | | | |
|-----------------------|-------|--------------------|---------------------------|--------|
| Densidad Máxima Seca: | 1.908 | gr/cm ³ | Contenido Humedad Optima: | 10.7 % |
|-----------------------|-------|--------------------|---------------------------|--------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA




 GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 217608

Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C4



| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883 | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--------------|---------------|------------|-------|------------|-------------|------------|-------|------------|--------|------------|-------|
| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | | | | | | | |
| Molde N° | 2 | | | 4 | | | 1 | | | | | | |
| Número de capas | 5 | | | 5 | | | 5 | | | | | | |
| Número de golpes | 56 | | | 25 | | | 10 | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | | | SATURADO | | | NO SATURADO | | | SATURADO | | | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 9,387 | | | 9,265 | | | 9,076 | | | | | | |
| Peso molde (gr.) | 4,958 | | | 4,974 | | | 4,959 | | | | | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,431 | | | 4,291 | | | 4,117 | | | | | | |
| Volumen del molde (cm³) | 2,123 | | | 2,123 | | | 2,123 | | | | | | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 2,087 | | | 2,021 | | | 1,939 | | | | | | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1,872 | | | 1,779 | | | 1,727 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de tara (gr.) | 20.0 | | | 20.5 | | | 21.0 | | | | | | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 98.1 | | | 100.6 | | | 100.7 | | | | | | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 90.0 | | | 91.0 | | | 92.0 | | | | | | |
| Peso de agua (gr.) | 8.1 | | | 9.6 | | | 8.7 | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 70.0 | | | 70.5 | | | 71.0 | | | | | | |
| Humedad (%) | 11.5 | | | 13.6 | | | 12.3 | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| 31-Mar | 14:00 | 0 | 10 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 1-Abr | 14:00 | 24 | 11 | 0.03 | 0.02 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 2-Abr | 14:00 | 48 | 13 | 0.08 | 0.07 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 3-Abr | 14:00 | 72 | 14 | 0.10 | 0.09 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| 4-Abr | 14:00 | 96 | 18 | 0.20 | 0.17 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 2 | | | | Molde N° 4 | | | | Molde N° 1 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 152 | 7.5 | | | 158 | 7.6 | | | 153 | 7.6 | | |
| 0.050 | | 161 | 8.0 | | | 362 | 17.9 | | | 273 | 13.5 | | |
| 0.075 | | 388 | 18.2 | | | 502 | 24.9 | | | 477 | 23.6 | | |
| 0.100 | 137.000 | 714 | 35.4 | 50.5 | 36.8 | 676 | 33.5 | 49.0 | 35.8 | 692 | 34.3 | 45.0 | 32.8 |
| 0.150 | | 1290 | 63.4 | | | 1207 | 59.8 | | | 1208 | 59.8 | | |
| 0.200 | 360.000 | 1825 | 90.4 | 181.0 | 44.7 | 1874 | 92.8 | 118.0 | 33.1 | 1856 | 91.8 | 103.0 | 28.6 |
| 0.300 | | 3602 | 178.3 | | | 3194 | 158.1 | | | 2685 | 132.9 | | |
| 0.400 | | 4987 | 249.9 | | | 4235 | 209.7 | | | 3385 | 167.6 | | |
| 0.500 | | 6148 | 304.4 | | | 5154 | 255.2 | | | 3714 | 183.9 | | |



[Handwritten Signature]
 GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 Gerencia General de Infraestructura
 Ing. José Luis Huertas Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 DTP N° 17668

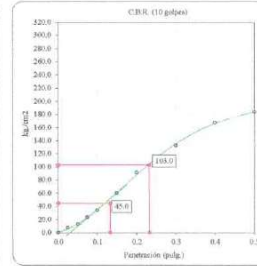
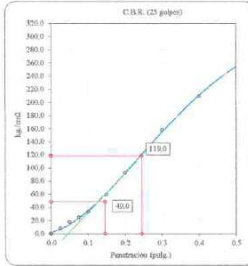
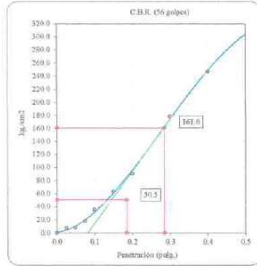
Proyecto : "CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE LA CANTERA DEL CERRO
 VIA CRUCIS PARA AFIRMADO DE CARRETERAS, SAN JACINTO – TUMBES – 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE RODRIGO FARIAS PURIZAGA
 Ubicación de Proyecto : CANTERA DEL CERRO VIA CRUCIS - SAN JACINTO
 Calicata : C4



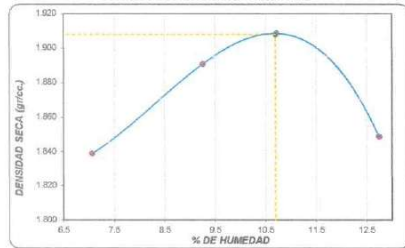
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
 ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.908 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 10.7 %
 Mínima Densidad Seca al 65% : 1.813 gr./cm³




CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (65% M.D.S.) 0.1": 22.5 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 36.9 %


GOBIERNO REGIONAL - TUMBES
 (Organismo Especial de Infraestructura)
 Ing. José Luis Fuentes Zuñiga
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y TRATAMIENTOS
 CIP 22.7004



| | | | | | | | | |
|--|--|---------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------------|------------|---|-------|
|  | REGISTRO | | Codigo: CDC-DDC-001 | | | | | |
| | CONTROL DE CALIDAD | | Revisión: 0 | | | | | |
| | DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D 1556) | | Fecha: 16/01/2026 | Página: 1 de 1 | | | | |
| NOMBRE DEL PROYECTO: "AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISION DE AGUA PARA RIEGO EN SECTOR LA TUNA , DISTRITO DE TUMBES , DE LA PROVINCIA DE TUMBES DEL DEPARTAMENTO DE TUMBES " | | | | | | | | |
| EJECUTOR: CONSORCIO EJECUTOR LA LUNA | | FECHA DEL CONTROL: | martes, 27 de enero de 2026 | | | | | |
| ubicacion: | | | | | | | | |
| 1 Datos de la muestra Cantera : <u>SAN JACINTO - BOCATOMA LA PEÑA</u> elemento : <u>QUINTA CAPA</u> Descripción visual : <u>AFIRMADO CON HORMIGON</u> Estructura : <u>CANAL ABIERTO</u> | | | | | | | | |
| 2 Datos de la capa de ensayo <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :</td> <td style="text-align: right;">7,40</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (grs/cm³) :</td> <td style="text-align: right;">2,013</td> </tr> </table> | | | | | OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : | 7,40 | MAXIMA DENSIDAD SECA (grs/cm ³) : | 2,013 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : | 7,40 | | | | | | | |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (grs/cm ³) : | 2,013 | | | | | | | |
| It | N° de capas | | | QUINTA CAPA | QUINTA CAPA | | | |
| | Descripción | Cálculo | Und | 03+700 | 03+750 | | | |
| 1 | Peso (Del suelo extraído + depósito) | | gr | 4.345,00 | 3.262,00 | | | |
| 2 | Peso del depósito | | gr | 0 | 0 | | | |
| 3 | Peso del suelo extraído | (1) - (2) | gr | 4345,00 | 3262,00 | | | |
| 4 | Peso inicial de (arena + frasco) | | gr | 6.947 | 6.480 | | | |
| 5 | Peso de (arena que queda + frasco) | | gr | 2580 | 2846 | | | |
| 6 | Peso de arena que queda en el cono | | gr | 1489 | 1489 | | | |
| 7 | Peso arena (cono+el que queda en frasco) | (5)+ (6) | gr | 4069,00 | 4335,00 | | | |
| 8 | Peso de la arena empleada | (4) - (7) | gr | 2878,00 | 2145,00 | | | |
| 9 | Densidad de la arena | | gr/cm3 | 1,45 | 1,45 | | | |
| 10 | Volumen del hueco | (8) / (9) | cm3 | 1984,83 | 1479,31 | | | |
| 11 | Peso de la grava mayor a 3/4 " | | gr | 453 | 392 | | | |
| 12 | Peso específico de la grava | | gr/cm3 | 2,6 | 2,6 | | | |
| 13 | Volumen de la grava | (11) / (12) | cm3 | 174,23 | 150,77 | | | |
| 14 | Peso Húmedo menor que 3/4" | (3) - (11) | gr | 3892,00 | 2870,00 | | | |
| 15 | Volumen del suelo | (10) - (13) | cm3 | 1810,60 | 1328,54 | | | |
| 16 | Densidad húmeda del suelo | (14) / (15) | gr/cm3 | 2,150 | 2,160 | | | |
| 17 | Humedad del suelo (Speedy) | | % | 7,3 | 7,4 | | | |
| 18 | Densidad seca del suelo | (16)/(1+(17)) | gr/cm3 | 2,003 | 2,011 | | | |
| 19 | Máxima densidad seca | | gr/cm3 | 2,013 | 2,013 | | | |
| 20 | Grado de Compactación | (18) / (19) | % | 99,52% | 99,92% | | | |
| 21 | % Compactación Requerida | | | 100,00% | 100,00% | | | |
| 22 | Evaluación de la capa | | | Aprobado | Aprobado | | | |
| 23 | Peso del suelo húmedo + cápsula | | gr | SPEEDY | | | | |
| 24 | Peso del suelo seco + cápsula | | gr | | | | | |
| 25 | Peso del agua | (21) - (22) | gr | | | | | |
| 26 | Número de la cápsula para humedad | | | | | | | |
| 27 | Peso de la cápsula | | gr | | | | | |
| 28 | Peso del suelo seco | (22) - (25) | gr | | | | | |
| 29 | Humedad | (23) / (26) | % | | | 7,3 | 7,4 | |
| 4 Observaciones PROMEDIO GRADO DE COMPACTACIÓN 99,72% | | | | | | | | |
| INGENIERA DE GEOTECNIA: | | RESIDENTE DE OBRA : | | | | | | |
| Nombre y Apellidos: | | Nombre y Apellidos: | | | | | | |
| Fecha: | | Fecha: | | | | | | |
| Firma: | | Firma: | | | | | | |