

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Tesista: Bach. **BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA**

Asesor: Ing. **RUBEN DARÍO ARANDA LEIVA**

Huaraz – Perú

2023





UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	309

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 305

En la ciudad de Huaraz, al (a los) 21 día (s) del mes de

NOVIEMBRE del DOS MIL VEINTITRES, siendo las 11:00 horas, se reunieron el

Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA
 PRIMER MIEMBRO : Mag. WALTHER TEÓFILO MAGUÑA SALAZAR
 SEGUNDO MIEMBRO : Mag. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional, del (de la) Bachiller

BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

(de la Tesis) - (del Trabajo de suficiencia profesional) titulada:

"USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH".

desarrollada bajo el asesoramiento de:

ASESOR : Mag. RUBEN DARÍO ARANDA LEIVA
 CO - ASESOR : -----

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y aclaraciones y su absolución, el Jurado Evaluador determinó la calificación de:

APROBADO

Siendo las 12:15 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

PRESIDENTE
 Dr. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA

PRIMER MIEMBRO
 Mag. WALTHER TEÓFILO MAGUÑA SALAZAR

ASESOR
 Mag. RUBEN DARÍO ARANDA LEIVA

SEGUNDO MIEMBRO
 Mag. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO

 CO - ASESOR

SUSPENDIDO
 BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA



Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Uso del Polycom en el mejoramiento de la subrasante para vías en la zona costa y sierra de la región Ancash

Presentado por: Ramirez Palma Bill Joel Jesús

con DNI N°: 70113917

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : 18% de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje			
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 23/11/2023

Apellidos y Nombres:

FIRMA

Aranda Leiva Ruben Darío

DNI N°:

45589645

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENT
TO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN L
A ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN**

AUTOR

BILL JOEL RAMIREZ PALMA

RECUENTO DE PALABRAS

16086 Words

RECUENTO DE CARACTERES

83652 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

86 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.5MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 23, 2023 12:03 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 23, 2023 12:04 PM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

A mis padres, Juan y Esperanza, por su inmenso amor, infinita paciencia y su apoyo incondicional. Gracias por enseñarme que, con trabajo y perseverancia, todos los sueños se cumplen.

A mi hermana Xandra, por su apoyo y comprensión. Han sido días largos los que nos tocaron vivir juntos y aún seguimos de pie.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las personas que, de manera directa e indirecta, me apoyaron en el desarrollo de la presente investigación.

A mi asesor, el Ing. Rubén Aranda Leiva, por su apoyo y orientación durante el desarrollo de la presente tesis. Al Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos, el Ing. Raúl Castillejo Melgarejo, por las facilidades brindadas para la realización de los ensayos y absolución de consultas. A los miembros del Jurado Evaluador, por su crítica constructiva en aras de la mejora de la presente investigación. A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, por su contribución académica en mi formación profesional.

A mis padres, Juan, Esperanza, a mi hermana, Xandra, por su inconmensurable apoyo y enormes esfuerzos a lo largo de los años. A mis tíos, por su guía, orientación y ayuda desinteresada hacia mi persona. A mis amigos, por su motivación, lealtad y estima hacia mí.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.2. Problemas Específicos	6
1.3. JUSTIFICACIÓN	6
1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES	7
1.4.1. Hipótesis.....	7
1.4.1.1. Hipótesis General	7
1.4.1.2. Hipótesis Específicas.....	7
1.4.2. Variables.....	8
1.4.2.1. Variable Independiente	8
1.4.2.2. Variable Dependiente	8
1.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	8
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.6.1. Objetivo General.....	10
1.6.2. Objetivos Específicos.....	10
1.7. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
CAPÍTULO II	14
ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE.....	14
2.1. SUBRASANTE.....	14
2.2. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.....	15
2.2.1. Criterios Geotécnicos para establecer la Estabilización de Suelos	15
2.2.2. Tipos de Estabilización	17
2.2.2.1. Estabilización Mecánica de Suelos	17
2.2.2.2. Estabilización por Combinación de Suelos	17
2.2.2.3. Estabilización por Sustitución de Suelos.....	17
2.2.2.4. Suelos Estabilizados con Cal.....	17
2.2.2.5. Suelos Estabilizados con Cemento.....	18
2.2.2.6. Suelos Estabilizados con Escoria	18
2.2.2.7. Estabilización con Cloruro de Sodio.....	18

2.2.2.8. Estabilización con Cloruro de Calcio	18
2.2.2.9. Estabilización con Cloruro de Magnesio	19
2.2.2.10. Estabilización con Productos Asfálticos	19
2.2.2.11. Estabilización con Geosintéticos	20
2.3. RED VIAL VECINAL.....	20
2.3.1. Carretera de Tercera Clase	20
2.4. DOCUMENTO TÉCNICO: SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS.....	20
2.4.1. Especificaciones Técnicas	21
A. Especificaciones Técnicas de Tipos de Estabilizadores y Parámetros.....	21
B. Especificaciones Técnicas de Tipos de Estabilizadores y su Aplicación según Región 22	
2.5. ENSAYOS DE LABORATORIO	22
2.5.1. Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	23
2.5.2. Sistema de Clasificación de Suelos	24
2.5.3. Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo	24
2.5.4. Determinación del Límite Líquido de los Suelos.....	25
2.5.5. Determinación del Límite Plástico de los Suelos e Índice de Plasticidad.....	25
2.5.6. Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado).....	26
2.5.7. CBR de Suelos (Laboratorio).....	26
CAPÍTULO III.....	27
GENERALIDADES DEL POLYCOM.....	27
3.1. POLÍMEROS	27
3.2. POLIACRILAMIDA.....	27
3.2.1. Propiedades de la Poliacrilamida	28
3.3. POLYCOM.....	28
3.3.1. Descripción del Producto	28
3.3.2. Funcionamiento	28
3.3.3. Ventajas De Uso.....	29
3.3.4. Usos	29
3.3.5. Aplicación	29
CAPÍTULO IV.....	33
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
4.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA	33
4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	34
4.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	34
4.4. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
4.4.1. Limitación Espacial	34
4.4.2. Limitación Temporal.....	34
4.4.3. Limitación Teórica.....	35
4.5. CONTEXTO.....	35
4.6. UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA	38
4.6.1. Población.....	38
4.6.2. Muestra.....	38
4.7. MÉTODOS Y RECURSOS EMPLEADOS	38

4.7.1. Métodos.....	38
4.7.2. Recursos Empleados.....	39
4.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	39
4.8.1. Recolección de Información.....	39
4.8.2. Procesamiento y Análisis de Datos.....	41
CAPÍTULO V.....	42
RESULTADOS.....	42
5.1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL AN-1184.....	42
5.2. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL AN-1044.....	45
5.3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA CON POLYCOM DE LA VÍA VECINAL AN-1184.....	49
5.4. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA CON POLYCOM DE LA VÍA VECINAL AN-1044.....	50
CAPÍTULO VI.....	52
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	52
6.1. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL AN-1184.....	52
6.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL AN-1044.....	53
6.3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA CON POLYCOM DE LA VÍA VECINAL AN-1184	54
6.4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA CON POLYCOM DE LA VÍA VECINAL AN-1044	59
6.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	66
CAPÍTULO VII.....	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
7.1. CONCLUSIONES.....	68
7.2. RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	73
ANEXO A. PANEL FOTOGRÁFICO.....	74
ANEXO B. RESULTADOS DE LABORATORIO.....	77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Nivel de la subrasante según su condición	16
Tabla 2 Condiciones para la estabilización con cloruro de calcio.....	19
Tabla 3 Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y parámetros	21
Tabla 4 Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y su aplicación según región	22
Tabla 5 Clasificación de suelos según el tamaño de partículas	23
Tabla 6 Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS.....	24
Tabla 7 Clasificación de suelos según índice de plasticidad	25
Tabla 8 Propiedades de la poliacrilamida	28
Tabla 9 Ubicación geográfica de la vía vecinal AN-1184	35
Tabla 10 Ubicación geográfica de la vía vecinal AN-1044	37
Tabla 11 Ensayos a realizar a las muestras en estado natural.	40
Tabla 12 Ensayos a realizar a las muestras estabilizadas con Polycom.....	41
Tabla 13 Ubicación de las calicatas de la vía AN-1184.....	42
Tabla 14 Contenido de humedad de la subrasante de la vía AN-1184.	43
Tabla 15 Porcentaje de grava, arena y finos de la subrasante de la vía AN-1184.	43
Tabla 16 Límites de consistencia de la subrasante de la vía AN-1184.	44
Tabla 17 Clasificación de la subrasante de la vía AN-1184.	44
Tabla 18 Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la subrasante de la vía AN-1184.....	45
Tabla 19 CBR de la subrasante de la vía AN-1184.....	45
Tabla 20 Ubicación de las calicatas de la vía AN-1044.....	46
Tabla 21 Contenido de humedad de la subrasante de la vía AN-1044.	46
Tabla 22 Porcentaje de grava, arena y finos de la subrasante de la vía AN-1044.	47
Tabla 23 Límites de consistencia de la subrasante de la vía AN-1044.	47
Tabla 24 Clasificación de la subrasante de la vía AN-1044.	48

Tabla 25 Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la subrasante de la vía AN-1044.....	48
Tabla 26 CBR de la subrasante de la vía AN-1044.....	49
Tabla 27 Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la subrasante estabilizada de la vía AN-1184.....	50
Tabla 28 CBR de la subrasante estabilizada de la vía AN-1184.....	50
Tabla 29 Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la subrasante estabilizada de la vía AN-1044.....	51
Tabla 30 CBR de la subrasante estabilizada de la vía AN-1044.....	51
Tabla 31 Categorías de subrasante.....	52
Tabla 32 Categoría de la subrasante de la vía AN-1184.....	53
Tabla 33 Categoría de la subrasante de la vía AN-1044.....	54
Tabla 34 Categoría de la subrasante estabilizada de la vía AN-1184.....	59
Tabla 35 Categoría de la subrasante estabilizada de la vía AN-1044.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Escarificado del área a estabilizar	30
Figura 2 Aplicación del Polycom.....	30
Figura 3 Humedecimiento para activación del Polycom.	31
Figura 4 Batido del material.....	32
Figura 5 Compactación del material.	32
Figura 6 Ubicación de la vía vecinal AN-1184.	36
Figura 7 Ubicación de la vía vecinal AN-1044.	37
Figura 8 Máxima densidad seca de la vía AN-1184.....	54
Figura 9 Variación del valor de la máxima densidad seca de la vía AN-1184.....	55
Figura 10 Contenido de humedad óptimo de la vía AN-1184.	56
Figura 11 Variación del valor del contenido de humedad óptimo de la vía AN-1184.....	56
Figura 12 CBR al 95% de MDS de la vía AN-1184.....	57
Figura 13 Variación del CBR al 95% de MDS de la vía AN-1184.	57
Figura 14 CBR al 100% de MDS de la vía AN-1184.....	58
Figura 15 Variación del CBR al 100% de MDS de la vía AN-1184.	58
Figura 16 Máxima densidad seca de la vía AN-1044.....	60
Figura 17 Variación del valor de la máxima densidad seca de la vía AN-1044.....	60
Figura 18 Contenido de humedad óptimo de la vía AN-1044.	61
Figura 19 Variación del valor del contenido de humedad óptimo de la vía AN-1044.....	61
Figura 20 CBR al 95% de MDS de la vía AN-1044.....	62
Figura 21 Variación del CBR al 95% de MDS de la vía AN-1044.	63
Figura 22 CBR al 100% de MDS de la vía AN-1044.....	64
Figura 23 Variación del CBR al 100% de MDS de la vía AN-1044.	64

RESUMEN

La presente investigación, “Uso del Polycom en el Mejoramiento de la Subrasante para Vías en la Zona Costa y Sierra de la Región Ancash”, tuvo como objeto de estudio las vías AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha y AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque. La finalidad fue determinar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante el uso del Polycom para vías en la zona costa y sierra de la región Ancash.

La investigación usó el método deductivo desarrollando enfoque cuantitativo, de tipo explicativo. El diseño de la investigación fue experimental y transversal. El procedimiento consistió en la extracción de muestras de calcatas de las vías de estudio, para luego ser analizadas en laboratorio para su estudio correspondiente, tanto las muestras en estados natural, así como las muestras estabilizadas con Polycom.

Los resultados obtenidos surgieron de la mezcla de las muestras con una dosificación de Polycom de 0.30g/kg de material. La aplicación del Polycom mostró una mejora de la máxima densidad seca y CBR de las muestras estabilizadas en comparación a las muestras en estado natural. Para la vía AN-1184 el incremento de la MDS fue de 3.48%, y el incremento del CBR fue de 54.74%; mientras que para la vía AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque, el incremento de la MDS fue de 3.44% y de 94.26% en el CBR.

Finalmente, se concluyó que, el Polycom presentó mejores resultados en la vía AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque, de la provincia de Casma que en la vía AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha, de la provincia de Huaraz, en el mejoramiento de sus propiedades físicas y químicas.

Palabras clave: Estabilización de suelos, Polycom



ABSTRACT

The present research, "Use of Polycom in the Improvement of the Subgrade for roads in the Coast and Sierra zone of Ancash Region, 2023", had as object of study the roads AN-1184: Emp. PE-3N (Pariac Bridge) - Macashca - Oncoycancha and AN-1044: Emp. PE-14 - Pta. Highway - San Francisco Alto - Santa Matilde - Mojeque. The purpose was to determine the improvement of the physical and mechanical properties of the subgrade through the use of Polycom for roads in the Coast and Sierra area of Ancash region.

The research used the deductive method, developing a quantitative approach, of a correlational explanatory type. The research design was experimental and transversal. The procedure consisted of the extraction of samples of pits from the study roads, to then be analyzed in the laboratory for their corresponding study, both the samples in their natural states, as well as the samples stabilized with Polycom.

The results were obtained by mixing the samples with a Polycom dosage of 0.30g/kg of material. The application of Polycom showed an improvement in the maximum dry density and CBR of the stabilized samples compared to the samples in their natural state. For the AN-1184 road, the increase in MDS was 3.48%, and the increase in CBR was 54.74%; while for the AN-1044 road: Emp. PE-14 – Pta. Highway – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque, the increase in the MDS was 3.44% and 94.26% in the CBR.

Finally, it was concluded that the Polycom presented better results on the AN-1044 road: Emp. PE-14 – Pta. Highway – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque, in the province of Casma than on the AN-1184 road: Emp. PE-3N (Pariac Bridge) – Macashca – Oncoycancha, in the province of Huaraz, in the improvement of its physical and chemical properties.

Keywords: Soil stabilization, Polycom

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, las alternativas de estabilización de suelos fueron diversificadas notablemente en el país. Tal es el caso que en la actualidad tenemos alternativas como cemento, cal, asfalto, emulsiones y otros. Ante esta amplia oferta de estabilizadores surge como una alternativa no tradicional el uso de polímeros. Específicamente para la presente investigación usaremos el polímero de nombre comercial Polycom.

El Polycom ha sido usado como alternativa en la estabilización de suelos de subrasante en diversas regiones, tanto en regiones de la zona sierra como en regiones de la zona costa del país. En la actualidad, su uso no ha sido muy masificado por la dificultad de abastecimiento del producto, ya que es producido en Australia. Sin embargo, sus beneficios han sido comprobados por las diferentes investigaciones donde se evalúa su uso y sus beneficios en la estabilización de suelos.

La investigación se desarrolla como una forma de abordar el problema recurrente en la mayoría de vías vecinales de la región, que es la inestabilidad de los suelos de la subrasante. De esta manera prevenir un prematuro deterioro de las vías y una mayor afectación a los usuarios de las mismas, al producirse problemas de tipo estructural, tales como baches, ahuellamientos y otros.

Es por ello que la investigación se enfoca en las vías vecinales AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha y AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque; ubicadas en dos provincias distintas y de regiones geográficas diferentes. De esta forma analizar el efecto del uso del estabilizador Polycom sobre las propiedades físicas y mecánicas de las vías de estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Se conoce que, en la actualidad, la infraestructura vial del país se encuentra constituida por vías de la Red Vial Nacional, Regional y Vecinal. Las carreteras de la Red Vial Nacional son las principales vías que interconectan de manera longitudinal y transversal, en general, las capitales de cada departamento como el vínculo con países limítrofes. En estas vías, se concentra el transporte de pasajeros y carga. Las carreteras de la Red Vial Departamental o Regional son aquellas que facilitan, así como las carreteras de la Red Vial Nacional, el transporte de pasajeros y carga, pero a nivel departamental. Vincula así capitales de provincia con las capitales de departamento al servir de medio de articulación de la Red Vial Nacional y la Red Vial Vecinal. Por otro lado, las carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural articulan los centros poblados, caseríos, anexos, comunidades, entre otros; con las capitales de distritos y provincia y las carreteras de la Red Vial Nacional y Departamental. (MTC, 2007)

La región Ancash se encuentra constituida por dos regiones geográficas manifiestas, como son la Costa y la Sierra. Las antes mencionadas presentan notorias diferencias originadas principalmente por dos agentes como son la Cordillera de los Andes y el océano Pacífico; a causa de ello la geografía y el clima de cada una de estas regiones geográficas resultan diferentes. En el caso de la geografía se distingue que la zona Sierra de la región Ancash posee zonas más agrestes por la existencia y presencia de cadenas de montañas; lo cual origina que las vías de transporte y acceso a diversas provincias sean predominantemente de nivel departamental o vecinal. En el caso de

región Costa de la región, las capitales de las provincias se encuentran interconectadas por la vía nacional PE-3N. Si bien es cierto esta vía sirve de eje integrador de estas provincias, existen un gran número de vías vecinales que conectan la vía nacional antes mencionada con circuitos de playas, puertos, zonas agrícolas y centros poblados aledaños a las principales ciudades de estas provincias.

La superficie de rodadura de las vías vecinales está constituida por afirmado, lo cual, los hace propensos a la acción del tránsito de los vehículos y la acción erosiva del agua. El tránsito de vehículos sumado al inadecuado espesor y calidad de la subrasante origina fallas tales como baches, ahuellamientos, pozos de lavado, entre otros. De igual forma, también se producen polvo y áridos sueltos que oscurecen la visión y ocasionan la pérdida del material de la vía.

Como detallamos anteriormente, uno de los factores de deterioro y desgaste de las vías vecinales es la calidad de la subrasante. El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos, sugiere valores mínimos a contemplar con respecto a las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. En muchos casos, el material empleado como subrasante no cumple con estos parámetros; en otros casos no se realiza un correcto proceso constructivo, o en su defecto no se ejecuta o realiza el mantenimiento rutinario correspondiente.

Parte de la solución para los problemas antes mencionados, se encuentra descrita y/o normado en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos; a través del uso de estabilizadores tales como el cemento, cal, asfalto y aditivos químicos.

Las vías vecinales AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha y AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque, presentan problemas de transitabilidad a causa de una probable subrasante deficiente. Es por ello que en la presente investigación se propone el uso del estabilizador químico Polycom, para de esta manera mejorar la propiedades físicas y mecánicas del material y aumentar el tiempo de vida útil de la vía.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿El uso del Polycom mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de las vías de la zona costa y sierra de la región Ancash?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de las vías de la zona costa y sierra de la región Ancash, cumplen los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos?
- b. ¿Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante estabilizada con Polycom en vías de la zona costa y sierra de la región Ancash, cumplen los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos?
- c. ¿En qué vía vecinal, entre la vía AN-1044 de la provincia de Casma y AN-1184 de la provincia de Huaraz, se obtendrán mejores resultados en el mejoramiento de la subrasante mediante el uso del Polycom?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La inestabilidad del material de la subrasante de las vías vecinales AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha de la provincia de Huaraz, y la vía AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque de la provincia de Casma; hace necesaria la presente investigación de tal modo que busquemos paliar los efectos que ocasionan dicho problema. Es por ello que se plantea el uso del Polycom como estabilizador y analizar los efectos que tendrá su aplicación. De esta manera se podrá contribuir a su aplicación en un mayor número en mantenimientos y futuras obras viales, generando así un mayor ahorro económico y mejorar la transitabilidad de las zonas afectadas.

En la actualidad, el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos; no regula el uso de polímeros para la estabilización de suelos, por ende, es necesario el estudio de nuevas alternativas para la estabilización; para que en la posteridad sirvan de referencia para una posible actualización del manual. Resaltando que, el presente estudio toma como referencia condiciones reales y actuales de las vías que serán sometidas a estudio.

La estabilización de subrasante contribuye a mejorar la calidad de la vía y extender su vida útil. De esta forma, ayudará a la transitabilidad fluida y continua de las localidades aledañas a las vías sometidas al estudio. De este modo, estaremos ayudando al desarrollo económico y social de dichas localidades.

1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.4.1. Hipótesis

1.4.1.1. Hipótesis General

El uso del Polycom mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de las vías en la zona costa y sierra de la región Ancash.

1.4.1.2. Hipótesis Específicas

- a. Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de vías en la zona costa y sierra de la región Ancash no cumplen los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos.
- b. Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante estabilizada con Polycom de vías en la zona costa y sierra de la región Ancash cumplen los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos.
- c. El mejoramiento de la subrasante mediante el uso de Polycom en la vía AN-1044 de la provincia de Casma presenta mejores resultados que el mejoramiento de la subrasante mediante el uso de Polycom en la vía AN-1184 de la provincia de Huaraz.

1.4.2. Variables

1.4.2.1. Variable Independiente

Uso del estabilizador Polycom.

1.4.2.2. Variable Dependiente

Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de las vías AN-1044 de la provincia de Casma y AN-1184 de la provincia de Huaraz.

1.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Estabilización de suelos

Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. (MTC, 2014)

Estabilización química

Adición de productos químicos u otros materiales al suelo para modificar sus propiedades, mediante una reacción una reacción fisicoquímica o creando una matriz que une las partículas próximas del suelo. (Billong et al., 2009)

Polímero

Compuesto molecular formado por muchas unidades que se repiten y que poseen una masa molar grande. (Chang & Goldsby, 2017)

Polycom

Polímero estabilizador no tóxico que crea una superficie fuerte y resistente a la erosión por el agua y al daño del tráfico al ser añadido a los materiales de una carretera. (AustinLatin, 2023)

Vía vecinal

Carreteras que constituyen la red vial en el ámbito local (MTC, 2007)

Afirmado

Capa compactada de material granular sobre la cual se aplica directamente las cargas y esfuerzos de tránsito. (MTC, 2014)

Subrasante

Superficie culminada donde descansa la estructura del pavimento o afirmado. (MTC, 2014)

Granulometría

Distribución cuantitativa del tamaño partículas de suelo. (MTC, 2016)

Índice de plasticidad

Indicador de la magnitud del intervalo de humedades del suelo que tiene consistencia plástica. (MTC, 2014)

Humedad

Relación porcentual del peso del agua en una masa definida del suelo. (MTC, 2016)

Máxima densidad seca

Mayor valor de densidad alcanzado por un suelo al compactarse a la humedad óptima. (Cárdenas & Donoso, 2008)

Contenido óptimo de humedad

Valor del porcentaje de humedad que presenta un suelo al compactarse y lograr la máxima densidad seca. (Cárdenas & Donoso, 2008)

CBR

Procedimiento para determinar el índice de resistencia de suelos (MTC, 2016)

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Objetivo General

Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante el uso del Polycom para vías en la zona costa y sierra de la región Ancash.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de vías de la zona costa y sierra de la región Ancash.
- b. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante estabilizada con Polycom en vías de la zona costa y sierra de la región Ancash.
- c. Determinar la vía, entre la vía AN-1044 de la provincia de Casma y la vía AN-1184 de la provincia de Huaraz, donde se obtendrá mejores resultados del mejoramiento de la subrasante mediante el uso del Polycom.

1.7. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Park et al. (2020) desarrolló la investigación Investigation of Pindan soil modified with polymer stabilisers for road pavement [Investigación del suelo Pindan modificado con estabilizadores poliméricos para pavimentación de carreteras]. El objetivo de la investigación fue definir y estudiar las propiedades del suelo Pindan, recolectadas en Broome, Australia Occidental; y su rendimiento habiéndose utilizado estabilizadores poliméricos de fabricación australiana. Para dicho fin se realizaron pruebas de compactación, resistencia a la compresión no confinada y CBR para determinar las propiedades mecánicas. Asimismo, para verificar su efecto impermeable mediante la aplicación del estabilizador, se realizaron pruebas de elevación capilar. En base a los resultados obtenidos se pudo concluir que sus propiedades mecánicas y otras propiedades como el comportamiento de falla, la deformación y resistencia; se vieron afectados y modificados por el uso de estabilizadores poliméricos. Entonces se puede afirmar que los polímeros aportan a la reducción de la entrada del agua, minimizar su humedad, mantener su resistencia y evitar la deformación en las estructuras de los pavimentos para de esta manera aumentar la vía útil.

Padmavathi, M. y Padmavathi V. (2021) realizaron el estudio denominado Stabilization of Clays and Clayey Soils Using Polycom-A Polyacrylamide Additive [Estabilización de Arcillas y Suelos Arcillosos con Polycom – Aditivo de poliacrilamida]. La finalidad fue la evaluación de beneficios al usar el Polycom en el mejoramiento de las propiedades de arcillas y los suelos arcillosos. Para este fin se aplicó el Polycom a la arcilla y de esta manera ver la influencia de este. Se analizaron tres tipos de suelo, una arcilla de alta compresibilidad y dos muestras de arena arcillosa, para luego ensayarlos en el laboratorio. El análisis consistió en el estudio de la relación entre la densidad seca y la humedad, la resistencia a la compresión no confinada y pruebas de corte directo. Entre los resultados se mostraron que la arcilla de alta compresibilidad mejoró su resistencia al ser aplicado el estabilizador. La misma mejora se apreció en la resistencia de las arenas arcillosas donde se obtuvieron mejoras de hasta el 160% respecto a la resistencia del suelo en estado natural.

A nivel nacional, Nesterenko (2018) realizó la investigación denominada Desempeño de Suelos Estabilizados con Polímeros en Perú. El objetivo de este estudio fue definir el proceso constructivo de estabilización de suelos usando el polímero poliacrilamida y a la vez comparar los resultados obtenidos de suelos en estado natural con suelos estabilizados con deficiente capacidad portante de las ciudades de Chiclayo, Cajamarca, Huánuco, Pasco y Pucallpa. Para ello, se estableció el procedimiento constructivo de estabilización utilizando el polímero en suelos de las ciudades antes mencionadas. Para después, proceder con la interpretación de los resultados de ensayos de laboratorio de sus características físicas y mecánicas. Como resultado se obtuvo que el uso de la poliacrilamida aumenta el CBR por encima del 20% en promedio, en comparación del suelo en estado natural. Así también, que de las muestras ensayadas a comparación de muestras en estado natural incrementan en un porcentaje del 70% en promedio el CBR al 95% de Máxima Densidad Seca y un incremento del 58% en promedio el CBR al 100% de Máxima Densidad Seca. En conclusión, el estabilizador no tradicional, el polímero poliacrilamida – PAM, puede ser

considerado como una alternativa de solución para los caminos con deficiente capacidad portante.

Barahona (2019) presenta la investigación “Análisis Comparativo entre los Estabilizantes Químicos Terrazyme y Polycom, en el Mejoramiento de la Densidad y el CBR de la Trocha Carrozable Pomacucho – Pacaypampa – Santa Maria Del Valle - Huánuco - Huánuco, 2018”. En dicha investigación Barahona busca realizar una comparación al usar los estabilizadores Terrazyme y Polycom para mejorar la densidad y CBR de la trocha Pomacucho – Pacaypampa; para así, poder determinar cuál de las dos alternativas resulta más eficiente para el mejoramiento de las propiedades antes descritas. Para dicho fin se extrajo de 3 calicatas, muestras de la vía mencionada que resultaron ser una arena arcillosa. Como resultado se obtuvo que el Terrazyme es más eficiente que el Polycom en un porcentaje del 1.56% en el mejoramiento de la densidad. Con respecto al mejoramiento del CBR, el Terrazyme resulta ser más eficiente en un porcentaje del 123.96% con respecto al Polycom. Con respecto al efecto de la aplicación del Polycom se tiene que mejora en un 4.64% su densidad y un 163.19% en su CBR con respecto a la muestra de suelo en estado natural. Se concluye de la investigación antes mencionada que, el estabilizador Terrazyme ofrece mejores resultados en los valores de máxima densidad seca y CBR con respecto al uso del estabilizador Polycom.

Así también, Contoguris y Pasmíño (2020) realizó la investigación denominada “Estabilización de Suelos Finos mediante el Uso del Polímero Polycom en Subrasantes para Caminos de Baja Transitabilidad en la Ciudad de Iquitos, 2020”. La finalidad de la tesis fue poder explicar cómo el uso del Polycom influye en la estabilización de suelos finos en subrasantes. Este estudio se realizó en el Asentamiento Humano Tierra Prometida – Calle Jerusalén, distrito de Belén, ciudad de Iquitos. Para esta investigación se aplicaron 3 dosificaciones de 0.10 kg/m³, 0.20 kg/m³ y 0.30 kg/m³ de Polycom. Como resultados se obtuvo la mejora de las características físicas del suelo en estado natural, como, por ejemplo, la disminución del límite líquido a medida que se

incrementa la dosificación; la reducción de la plasticidad de los suelos cohesivos en un porcentaje de 10.15% en la aplicación de 0.10 kg/m³ de Polycom y el incremento en un 44.00% del CBR en la aplicación de 0.30 kg/m³ de Polycom. Finalmente se concluye que el Polycom mejora de manera considerable las propiedades físicas y mecánicas de suelos limo-arcillosos y se puede considerar como un material apto para conformar pavimentos.

A nivel local, Villanueva (2017) realizó la investigación denominada Propuesta de Estabilización de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito en la Sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando Poliacrilamida Aniónica, Organosilano y un Sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, Departamento de Ancash. El objetivo de esta investigación fue establecer la opción más viable para estabilizar el suelo del tramo Poncos – Kochayoc a través del uso de dosificaciones de poliacrilamida aniónica, derivados de organosilano y sulfonato. Esto gracias al análisis del material de las canteras ubicadas cerca de la zona y al material de la vía, para posterior a ello adicionar a estas muestras los estabilizadores y hacer la comparación con el estado natural del suelo. Como resultados se obtuvo que el estabilizador de mayor eficiencia llega a ser la poliacrilamida en comparación a los derivados de organosilano y sulfonato.

CAPÍTULO II

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE

2.1. SUBRASANTE

Se conoce como subrasante a la superficie terminada de una carretera a nivel de corte y relleno, sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. Es decir, viene a ser la capa superior del terraplén que servirá de soporte a toda la estructura del pavimento. Asimismo, debe ser conformada por material seleccionado de suelos de características aceptables y que, al ser compactados por capas, deberán formar un cuerpo estable para no ser afectada por la carga de diseño originada directamente por el tránsito que esta pueda tener. (MTC, 2014)

La subrasante es afectada por variables que serán básicas para el diseño del pavimento que se apoyará sobre esta. Entre las cuales tenemos la capacidad de soporte en condiciones de servicio, el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura. (MTC, 2014)

Cabe señalar que el espesor de los suelos que se encuentren por debajo del nivel superior de la subrasante, no debe ser menor a 0.60 m. Asimismo, el suelo deberá ser adecuado y estable con un CBR mayor o igual al 6%. En caso no se logre cumplir con este parámetro, nos encontraremos ante la presencia de una subrasante pobre o inadecuada, para lo cual, se procederá a realizar el proceso de estabilización de suelos. (MTC, 2014)

2.2. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Se denomina así a la mejora de propiedades físicas de un suelo mediante procedimientos mecánicos y la incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. (MTC, 2014)

Este procedimiento se realiza cuando los suelos de la subrasante son blandos y tienen baja capacidad portante; cuando los agregados naturales locales son de mala calidad y su importación es costosa; y/o cuando es costoso excavar los suelos de la subrasante y reemplazarlos con materiales granulares. (Tan et al., 2020)

Es por ello que se busca la dotación de resistencia mecánica y su permanencia de las propiedades del suelo en el tiempo. (MTC, 2014)

2.2.1. Criterios Geotécnicos para establecer la Estabilización de Suelos

El Manual de Carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos (MTC, 2014) considera como criterios los puntos que señalamos a continuación:

- a. Los materiales de la capa de la subrasante con $\text{CBR} \geq 6\%$, se consideran como aptos. La subrasante con $\text{CBR} < 6\%$, se considera pobre o inadecuada.
- b. Si la capa de la subrasante es arcillosa o limosa, y esta al humedecerse puede contaminar las capas granulares al penetrarlas; se colocará una capa de material anticontaminante de un espesor de 10 cm, o en su defecto un geotextil.
- c. La superficie de la subrasante estará encima del nivel de la napa freática según la condición de la subrasante a una altura mínima como se detalla a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1

Profundidad mínima de la napa freática según la categoría de la subrasante

Altura mínima desde la napa freática	Categoría de la subrasante
0.60 m	Extraordinaria y muy buena
0.80 m	Buena y regular
1.00 m	Pobre
1.20 m	Inadecuada

Nota. Fuente: MTC (2014)

- d. En altitudes mayores a los 4000 m.s.n.m., evaluaremos la influencia de las heladas sobre los suelos.
- e. Establecer el tipo de suelo a estabilizar para poder definir el tipo de estabilización. En general se tienden a estabilizar los limos, las arcillas y las arenas.
- f. Los factores a considerar para seleccionar el método de estabilización son los siguientes:
 - Tipo de suelo a estabilizar
 - Uso del suelo estabilizado
 - Tipo de aditivo estabilizador
 - Experiencia en el tipo de estabilizador a aplicar.
 - Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
 - Disponibilidad del equipo adecuado
 - Costos comparativos

2.2.2. Tipos de Estabilización

2.2.2.1. Estabilización Mecánica de Suelos

Mejora del suelo existente mediante la compactación, con el cual reducimos los vacíos presentes en el suelo, de tal manera que no cambie o modifique la estructura y composición básica del mismo. (MTC, 2014)

2.2.2.2. Estabilización por Combinación de Suelos

Combinación de materiales existentes del suelo con materiales de préstamo. (MTC, 2014)

2.2.2.3. Estabilización por Sustitución de Suelos

Construcción de la subrasante con material de préstamo o adicionado. La subrasante puede construirse sobre el suelo existente o en su defecto, se excavará antes para ser reemplazado por el material adicionado. En caso se construya sobre un suelo existente, este deberá ser escarificado, conformado y compactado. Si es el caso de ser reemplazado por material adicionado, se procederá a la remoción total del suelo natural y posterior a ello se colocará y compactará el material adicionado. (MTC, 2014)

2.2.2.4. Suelos Estabilizados con Cal

Los suelos estabilizados con cal se originan de la mezcla del suelo, la cal y el agua. El producto usado para este fin se denomina óxido cálcico (cal anhidra o cal viva). Al mezclarse el suelo con la cal, producimos un proceso rápido de floculación e intercambio iónico, seguido de otro proceso lento de tipo puzolánico, dando origen a nuevos productos químicos. Su aplicación genera beneficios tales como el cambio de la plasticidad sobre el suelo que es usado. En caso que el índice de plasticidad sea menor a 15, aumentarán los valores del límite líquido y el límite plástico, y en efecto levemente el valor del índice de plasticidad. Si el índice de plasticidad es mayor a 15, el efecto de la aplicación de la cal será la disminución de este valor. Otro de los beneficios que se desarrolla es el aumento de la humedad óptima de

compactación, lo cual genera la densificación de suelos que tengan una humedad natural elevada. Este tipo de estabilización con cal es óptimo en suelos de granulometría fina con cierta plasticidad. (MTC, 2014)

2.2.2.5. Suelos Estabilizados con Cemento

El material suelo-cemento es obtenido al mezclar un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones, para luego ser compactado y luego curado adecuadamente. Así logramos un material endurecido con mayor resistencia. Su uso se considera adecuado en suelos granulares de tipos A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$). Para este tipo de estabilización se debe cuidar en demasía el proceso de curado para evitar fisuras en las capas estabilizadas. (MTC, 2014)

2.2.2.6. Suelos Estabilizados con Escoria

Mezcla de escorias de acería u de hornos de fundición que forma parte de un ligante bituminoso. Se usa en combinación con arena fina y cal en caso se presente escasez de fino, pero no se recomienda el uso de la cal viva para este fin. (MTC, 2014)

2.2.2.7. Estabilización con Cloruro de Sodio

Su uso principal se da como agente de control del polvo en bases y superficies de rodadura de tránsito ligero. Los suelos usados para la estabilización con sal deberán estar limpios y no deben sobrepasar el 3% de su peso de materia orgánica. El índice de plasticidad debe ser mayor al 8%. Para la fracción de material que pase la malla N°200 se permitirá un índice de plasticidad mínimo de 12%. Para casos donde los índices de plasticidad son mayores, para la fracción de material que pase la malla N°200 se permitirá un índice de plasticidad no menor del 9%. (MTC, 2014)

2.2.2.8. Estabilización con Cloruro de Calcio

Su funcionamiento es similar al del cloruro de sodio, con un efecto oxidante propio del cloruro de calcio. Esto ayuda a la compactación, resistencia del

suelo, evitar el desmoronamiento del suelo y control del polvo. En caso se desee usar este proceso o procedimiento de estabilización debe cumplir las ciertas condiciones. (MTC, 2014)

Tabla 2

Condiciones para la estabilización con cloruro de calcio

Criterio	Límites
Porcentaje de agregado grueso	10% – 60%
Agregado fino tamaño menor malla N° 200	10% – 30%
Índice de plasticidad	4 – 15
Porcentaje de sulfatos	0.001% máximo

Nota. Fuente: MTC (2014)

2.2.2.9. Estabilización con Cloruro de Magnesio

Cloruro de mayor efecto al del cloruro de calcio para incrementar la tensión superficial del suelo y lograr una superficie de rodadura más dura. En vías pavimentadas es usado para evitar la formación de hielo sobre la calzada o derretirlo. En vías no pavimentadas es usado como supresor de polvo y estabilizador superficial. (MTC, 2014)

2.2.2.10. Estabilización con Productos Asfálticos

Este tipo de estabilización busca el aumento de estabilidad por las características del ligante que rodea las partículas del suelo. Así también, se consigue la impermeabilización del suelo haciéndolo resistente a la humedad. Los suelos donde su aplicación es adecuada son los granulares con pocos finos, de poca plasticidad, que presenten menos del 20% de material que pasa la malla N°200, con un límite líquido menor a 30 e índice de plasticidad menor a 10. (MTC, 2014)

2.2.2.11. Estabilización con Geosintéticos

Proporcionan resistencia a la tracción y una mejoran el rendimiento y construcción de pavimentos. Los geotextiles tienen una función drenante y anticontaminante, mientras las geomallas tienen una función de refuerzo del terreno. (MTC, 2014)

2.3. RED VIAL VECINAL

Red vial compuesta por carreteras circunscritas a nivel local, cuya función es conectar las capitales de provincia con capitales de distrito, estos entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental. (MTC, 2007)

La mayoría de las carreteras que forman esta red vial, tienen un IMDA menor a 400 veh/día, es decir que en demasía son carreteras de tercera clase según la clasificación por demanda propuesto por el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

2.3.1. Carretera de Tercera Clase

Carreteras con IMDA menor a 400 veh/día, deben tener una calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho mínimo. Excepcionalmente el ancho del carril puede ser de 2.50 m, si es sustentado técnicamente de manera adecuada. (MTC, 2018)

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micropavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. Si son pavimentadas deben cumplir las condiciones geométricas establecidas para las carreteras de segunda clase. (MTC, 2018)

2.4. DOCUMENTO TÉCNICO: SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

El Documento Técnico: Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas tiene como objetivo establecer ciertos criterios, procedimientos y especificaciones técnicas a considerar para el diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de las soluciones básicas a emplearse en las capas de rodadura de carreteras no pavimentadas. (MTC, 2015)

La finalidad básica del documento es la del mejoramiento de la vida útil de la superficie de rodadura al incrementar el periodo de diseño del afirmado de 5 años a 10 años al usar una solución básica. (MTC, 2015)

La aplicación de una solución básica implica una inversión inicial mayor debido a la incorporación de un estabilizador a los materiales que conforman la superficie de rodadura. Estos costos iniciales mayores pueden revertirse al menor costo de mantenimiento que se requerirá durante el tiempo de servicio de la carretera. (MTC, 2015)

2.4.1. Especificaciones Técnicas

A. Especificaciones Técnicas de Tipos de Estabilizadores y Parámetros

La Tabla 3, muestra especificaciones técnicas y parámetros máximos y/o mínimos de los estabilizadores de suelos que deben cumplir los suelos estabilizados por los mismos, en el proceso de diseño y en la ejecución de obra. (MTC, 2015)

Tabla 3

Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y parámetros

Suelo estabilizado con	Parámetros
Cemento	1. Resistencia a la compresión simple = 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103) 2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104) - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A-3 = 14% De Pérdida Máxima - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A-5 = 10% De Pérdida Máxima - Para suelos A-6; A-7 = 7% De Pérdida Máximo
Emulsión Asfáltica	1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión \leq 0.5%
Sales	1. CBR* = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión \leq 0.5%

Nota. Fuente: MTC (2015)

B. Especificaciones Técnicas de Tipos de Estabilizadores y su Aplicación según Región

En la Tabla 4, se aprecia las especificaciones técnicas de los estabilizadores y su aplicación acorde a la región de ubicación del proyecto, considerando las condiciones climatológicas y materiales de la zona. (MTC, 2015)

Tabla 4

Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y su aplicación según región

Zona	Materiales o Suelos Predominantes	Estabilizador de Suelos Aplicable
COSTA (Altitud: hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Sales - Cemento Portland, Ceniza volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SIERRA (Altitud: entre 500 y 480msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Cemento Portland, Ceniza volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA (Altitud: entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SELVA BAJA (Altitud: menor a 400 msnm)	Suelos limo-arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantemente finas (Clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

Nota. Fuente: MTC (2015)

2.5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Para la presente investigación se realizaron diversos ensayos con el fin de identificar las propiedades físicas y mecánicas de las muestras de suelo en estado natural, así como también las propiedades físicas y mecánicas de las muestras estabilizadas con Polycom para así poder evaluar y analizar el efecto de su aplicación.

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, teniendo como referencia el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) y las normas del American Society for Testing and Materials (ASTM) y de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

A continuación, se describen los ensayos a realizar en el presente estudio y los parámetros a cumplir según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos

2.5.1. Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado

El ensayo permite representar la distribución de tamaños de agregado mediante el tamizado conforme el ensayo MTC EM 107. Así podremos estimar con mayor o menor aproximación propiedades que sean de nuestro interés. (MTC, 2014)

El análisis granulométrico tiene por finalidad determinar la proporción de sus elementos, clasificándolos en función a su tamaño. (MTC, 2014)

La Tabla 5 nos muestra la clasificación de suelos según el tamaño de partículas.

Tabla 5

Clasificación de suelos según el tamaño de partículas

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Nota. Fuente: MTC (2014)

2.5.2. Sistema de Clasificación de Suelos

Cuando hablamos de clasificación de suelos, podemos mencionar que se refiere a la agrupación de suelos con características semejantes. El fin de este procedimiento es el de reconocer fácilmente las propiedades de un suelo luego de cotejarlo con otros del mismo tipo, cuyas características conocemos previamente. (MTC, 2016)

Los sistemas de clasificación de suelos que usaremos serán los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS). Por eso, en la Tabla 6 se muestra la correlación entre estos dos sistemas de clasificación de suelos.

Tabla 6

Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM –D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Nota. Fuente: MTC (2014)

2.5.3. Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo

La humedad o contenido de humedad es la relación entre el peso del agua en una masa de suelo en función al peso de las partículas sólidas, expresada en porcentaje. (MTC, 2016)

Su procedimiento se encuentra definido en el ensayo MTC EM 108.

2.5.4. Determinación del Límite Líquido de los Suelos

Se conoce como límite líquido (LL), al proceso donde el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y aún puede ser moldeado. (MTC, 2014)

En este ensayo se determina el porcentaje del contenido de humedad cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico. En este proceso se usa la cuchara de Casagrande donde al dejar caer su copa 25 veces a una altura de 1 cm, el surco separador de las dos mitades se cerrará a lo largo de su fondo a una distancia de 13 mm (1/2") con una frecuencia de 2 caídas por segundo. (MTC, 2016)

Los procesos de este ensayo se encuentran definidos en el ensayo MTC EM 110.

2.5.5. Determinación del Límite Plástico de los Suelos e Índice de Plasticidad

Se denomina límite plástico (LP), al proceso donde el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se disgrega. (MTC, 2014)

Para este fin se busca establecer el contenido de humedad más bajo con el cual se pueden formar barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que estén logren desmoronarse. (MTC, 2016)

El índice de plasticidad (IP) de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

Los procedimientos del ensayo se encuentran definidos mediante el ensayo MTC EM 111.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos; nos plantea una clasificación de suelos según el índice de plasticidad que presentamos a continuación.

Tabla 7

Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos
IP = 0	No plástico (NP)	suelos exentos de arcillas

Nota. Fuente: MTC (2014)

2.5.6. Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado)

El ensayo es usado para determinar la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación). El suelo es compactado en un molde de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6") de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18"), produciendo una energía de compactación de 2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³). (MTC, 2016)

El procedimiento se encuentra definido mediante el ensayo MTC EM 115.

2.5.7. CBR de Suelos (Laboratorio)

Este ensayo sirve para determinar el índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte o CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre un suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede realizarse de igual forma sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. (MTC, 2016)

El procedimiento se encuentra definido mediante el ensayo MTC EM 132.

CAPÍTULO III

GENERALIDADES DEL POLYCOM

3.1. POLÍMEROS

Se conoce como polímeros al compuesto molecular formado por unidades, idénticas y químicamente similares, más simples que se repiten en una distribución regular. El proceso mediante el cual se generan los polímeros se denomina polimerización. (Morrison & Boyd, 1998)

Las propiedades de los polímeros son diferentes a las propiedades de las unidades que las conforman, por ende, en muchos casos se requiere de técnicas especiales para su estudio (Chang & Goldsby, 2017)

Los polímeros tienen aplicaciones comerciales en productos como empaques y botellas (polietileno), alfombras y cuerdas (polipropileno), tubos (policloruro de vinilo); entre otros. (McMurry, 2008)

3.2. POLIACRILAMIDA

Se denomina poliacrilamida al polímero de cadena larga cuyo monómero es el polipropileno acil amina. (Li et al., 2011)

Es un polímero orgánico sintético que flocula y estabiliza los suelos, ayudando así, al aumento de las partículas de un tamaño superior a los 4mm de agregados que lo conforman. Esto origina el aumento de la resistencia del suelo frente a la erosión, colapso, dispersión y fuerzas de corte (Li et al., 2011)

3.2.1. Propiedades de la Poliacrilamida

En la Tabla 8, se muestran las propiedades detalladas por Georgees et al. (2014).

Tabla 8

Propiedades de la poliacrilamida

Propiedad	Valor
Forma	Granular
Densidad de carga	18% aprox.
Peso molecular	12 – 15 mg/mol
Gravedad específica	0.8
PH	6.9

Nota. Fuente: Georgees et al. (2014)

3.3. POLYCOM

En este contexto, el nombre comercial de uno de las poliacrilamidas más utilizadas es conocido como Polycom.

La información proporcionada por AUSTLATIN Perú (2023), distribuidor del aditivo Polycom en el país, se detalla a continuación.

3.3.1. Descripción del Producto

Se conoce como Polycom al producto de procedencia australiana cuya presentación se desarrolla de forma granular, esto permite que sea manejable y pueda suministrarse en botellas de 2 kg.

El Polycom es inodoro, no tóxico, no alérgico, no inflamable y no corrosivo. Posee un color cristalino azul.

La dosificación recomendada es de 2kg por 50m³ de material.

3.3.2. Funcionamiento

Las partículas de Polycom interactúan con las partículas de suelo, para de esta manera crear una matriz del material con una mayor manejabilidad. Por ende, se

favorece una mayor cohesión de lo que normalmente se logra. Este efecto permite el aumento de la densidad de compactación al eliminar los vacíos y el acceso del agua a través del capilar habitual; originando así un efecto hidrofóbico y una mejora en las propiedades de las partículas del suelo.

3.3.3. Ventajas De Uso

- a. Aumenta la capacidad de soporte (CBR) del suelo.
- b. Permite una mayor densificación del material tratado con un menor contenido de humedad.
- c. Permite desarrollar una mayor resistencia al agua.
- d. Aumenta el módulo de elasticidad de la capa estabilizada.
- e. Desarrolla una mayor manejabilidad
- f. Costo de transporte mínimo.
- g. Evita el agrietamiento por fatiga y ahuellamiento en la subrasante.

3.3.4. Usos

- a. Mejoramiento y nivelación de la subrasante
- b. Reparación de suelos dispersos
- c. Estabilización de pavimento
- d. Mejoramiento de la superficie de rodadura
- e. Control de sedimentos y erosión
- f. Control de polvo

3.3.5. Aplicación

Los procedimientos para la estabilización se mencionan a continuación:

A. Identificación del Área y Escarificado

Identificado el área de trabajo, se procederá a realizar el escarificado del material. En caso el material se encuentre seco, se aplicará un rociado ligero de agua.

La Figura 1, muestra el procedimiento de escarificado de una vía a estabilizar con Polycom.

Figura 1

Escarificado del área a estabilizar



B. Esparcido del Polycom

En la Figura 2, se muestra el proceso de aplicación del Polycom haciendo uso de un esparcidor seco.

Figura 2

Aplicación del Polycom.



C. Humedecimiento

La Figura 3, muestra el proceso de humedecimiento sin llegar a la saturación del material, para así para poder lograr la reacción del Polycom.

Figura 3

Humedecimiento para activación del Polycom.



D. Escarificado Previo al Proceso de Batido

E. Batido del Material

Se mezclará el material mediante una motoniveladora mientras se añade el agua requerida para llevar el material hasta el nivel deseado del óptimo contenido de humedad para la compactación.

La Figura 4, muestra el proceso de batido del material haciendo uso de una motoniveladora.

Figura 4

Batido del material.



F. Compactado del Material

La Figura 5, muestra la reconfiguración y compactación del material en forma convencional.

Figura 5

Compactación del material.



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA

La investigación utilizó el método deductivo al partir del concepto de estabilización de suelos, usando definiciones y postulados del mismo; y pasar al caso particular que se definió como la estabilización de suelos con Polycom.

La investigación desarrolló un enfoque cuantitativo, ya que se orientó a obtener y recolectar valores numéricos de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en estado natural y estabilizada con Polycom, para luego analizarlos a través de métodos estadísticos, y de esta manera, probar las hipótesis.

Asimismo, la investigación fue aplicada ya que se brindaron soluciones inmediatas al problema planteado en la investigación usando definiciones generales y posteriormente se llevó a la acción para de esta manera, realizar la comparación entre la teoría y la realidad.

4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue explicativa. Se definió como explicativa ya que se logra explicar la relación entre el uso del Polycom y su efecto en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

4.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue experimental. Se dice que el diseño fue experimental porque se efectuaron experimentos intencionalmente para poder visualizar o apreciar su efecto en los resultados de las variables.

Fue transeccional o transversal al haberse efectuado la recolección de datos en un solo momento o acto.

4.4. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN

4.4.1. Limitación Espacial

La investigación se desarrolló en 3.00 kilómetros de la vía vecinal AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha, entre las progresivas 4+500 al 7+500 km; en la provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Igualmente, se desarrolló en 4.00 kilómetros de la vía vecinal AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque, desde la progresiva 3+500 km a la progresiva 7+500 km; en la provincia de Casma, departamento de Ancash.

4.4.2. Limitación Temporal

La presente investigación inició su formulación en los meses de octubre y noviembre del 2022. Posterior a ello, se realizó la recolección de muestras, ensayos de la laboratorio y procesamiento de los resultados obtenidos entre los meses de marzo del 2023 y junio del 2023. Para después consolidar los resultados y proceder a la redacción final de la investigación. El tiempo estimado de la investigación fue de 7 meses.

4.4.3. Limitación Teórica

La investigación abordó la estabilización de suelos como el tema principal. A partir del mencionado tema, se desprende el tema de estabilización química. Dentro de los diversos tipos de estabilización química, abordaremos el tema de estabilización con polímeros y en específico, la estabilización con el producto Polycom.

4.5. CONTEXTO

La vía vecinal AN-1184 inicia su recorrido en el empalme con la Ruta Nacional PE-3N, específicamente en el Puente Pariac, para luego orientarse en un sentido ascendente con dirección hacia el este; adentrándose a la Cordillera Blanca. A lo largo de su recorrido pasa por las localidades de Pariac, Macashca y Oncoy cancha, teniendo en esta última el fin de su recorrido. Esta vía cuenta con una longitud de 11.63 km. La vía se encuentra ubicada según el detalle que se presenta a continuación en la Tabla 9:

Tabla 9

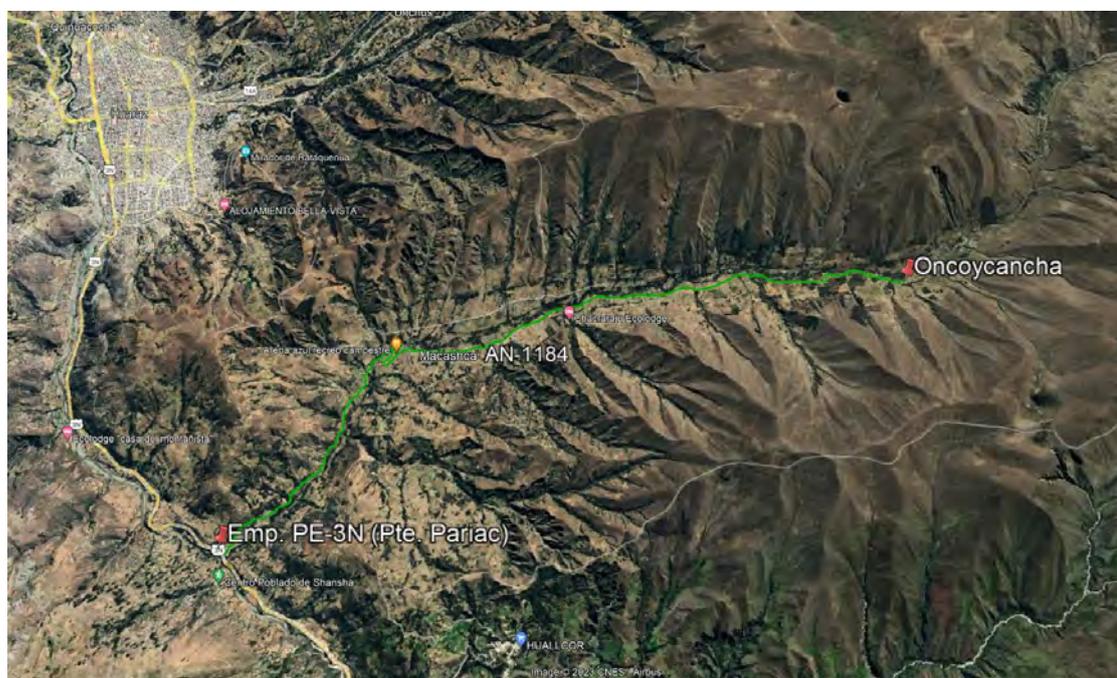
Ubicación geográfica de la vía vecinal AN-1184

Ruta AN-1184: Emp. PE-3N (Pte. Pariac) – Macashca – Oncoy cancha	
Región	Ancash
Provincia	Huaraz
Distrito	Huaraz
Localidades	Pariac, Macashca, Oncoy cancha
Altitud	3135 – 3717 m.s.n.m.
Región geográfica	Sierra
Región natural	Quechua – Suni o Jalca

La Figura 6, muestra la ubicación de la vía vecinal AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha.

Figura 6

Ubicación de la vía vecinal AN-1184.



Bajo el mismo contexto, la vía vecinal AN-1084 inicia su recorrido en el empalme con la Ruta Regional PE-14, coincidiendo con el acceso al sitio arqueológico Laguna, para luego orientarse con dirección hacia el sur. A lo largo de su recorrido por localidades como San Francisco Alto, Santa Matilde y Mojeque, teniendo en esta última el fin de su recorrido. Esta vía cuenta con una longitud de 7.67 km. La vía se encuentra ubicada con el detalle que se presenta a continuación en la Tabla 10:

Tabla 10

Ubicación geográfica de la vía vecinal AN-1044

Ruta AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque	
Región	Ancash
Provincia	Casma
Distrito	Casma
Localidades	San Francisco Alto, Santa Matilde, Mojeque
Altitud	104 – 162 m.s.n.m.
Región geográfica	Costa
Región natural	Costa o Chala

La Figura 7, muestra la ubicación de la vía vecinal AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque.

Figura 7

Ubicación de la vía vecinal AN-1044.



4.6. UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA

4.6.1. Población

La población de estudio de la investigación se constituyó por la Ruta AN-1184: Emp. PE-3N (Pte. Pariac) – Macashca – Oncoycancha y la Ruta AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque.

4.6.2. Muestra

La muestra del estudio estuvo constituida por 3.00 km de la vía vecinal AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha (4+500 km – 7+500 km), con 3 muestras para su estudio de las progresivas 5+100 km, 6+500 km y 7+200 km; y 4.00 km de la vía vecinal AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque, con 3 muestras para su estudio de las progresivas 4+300 km, 5+400 km y 6+800 km.

4.7. MÉTODOS Y RECURSOS EMPLEADOS

4.7.1. Métodos

A. Para la Recopilación y Análisis de Información de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Subrasante en Estado Natural y Estabilizada con Polycor.

Las muestras fueron sometidas a pruebas de laboratorio para obtener las propiedades físicas y mecánicas del suelo; siguiendo el procedimiento indicado en el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, o en defecto el procedimiento indicado por la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales.

La información obtenida fue la siguiente: análisis granulométrico, límites de consistencia, clasificación de suelo, humedad natural, máxima densidad seca, contenido de humedad óptimo, CBR al 95% de máxima densidad seca y CBR al 100% de máxima densidad seca; esto para las muestras en estado natural. En el caso de las muestras estabilizadas se obtuvo lo siguiente: máxima densidad seca, contenido de humedad óptimo, CBR al 95% de máxima densidad seca y CBR al 100% de máxima densidad seca.

Con los datos obtenidos, se elaboró las tablas y gráficos de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en estado natural y estabilizada con Polycom.

4.7.2. Recursos Empleados

A. Para la Obtención de Muestras de Campo

Los recursos empleados para la extracción y obtención de muestras de campo que se utilizaron son los siguientes: pico, palas, costales, cinta métrica, cono de seguridad, odómetro digital, cámara fotográfica y personal de campo.

B. Para la Recopilación de Datos mediante Ensayos de Laboratorio.

Los recursos para las pruebas de laboratorio son los siguientes: equipos de laboratorio calibrados correctamente, equipo de seguridad de laboratorio, plantillas de anotación acorde a cada ensayo y personal de laboratorio.

C. Para el Procesamiento de Datos y Determinación de Resultados.

Los recursos para el procesamiento de datos y determinación de resultados son los siguientes: normas y manuales nacionales e internacionales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales y Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte), software Microsoft Excel y Microsoft Word.

4.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

4.8.1. Recolección de Información

A. Toma de Datos de Campo

- Reconocimiento del recorrido total de las vías de estudio.
- Identificación de las zonas de extracción de muestras.
- Registro fotográfico.
- Extracción de muestras y toma de muestras.
- Traslado de muestras de suelos.

B. Ensayos de Laboratorio

Los ensayos o pruebas de laboratorio que se realizarán dependen del tipo de muestra a evaluar, es decir, se realizará ensayos específicos tanto a las muestras en estado natural como a las muestras estabilizadas.

A continuación, en la Tabla 11, se muestra los ensayos que se realizaron a las muestras en estado natural con su respectiva base normativa.

Tabla 11

Ensayos a realizar a las muestras en estado natural.

Ensayo	Normativa
Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	MTC E 107
Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo	MTC E 108
Determinación del Límite Líquido de los Suelos	MTC E 110
Determinación del Límite Plástico (L.P.) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P.)	MTC E 111
Clasificación de Suelos AASHTO	AASHTO M-145
Clasificación de Suelos SUCS	ASTM D-2487
Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado)	MTC E 115
CBR de Suelos (Laboratorio)	MTC E132

Nota. Fuente: MTC (2022)

Mientras que en la Tabla 12, se muestra los ensayos que se realizaron a las muestras estabilizadas con Polycom con su respectiva base normativa.

Tabla 12

Ensayos a realizar a las muestras estabilizadas con Polycom.

Ensayo	Normativa
Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado)	MTC E 115
CBR de Suelos (Laboratorio)	MTC E132

Nota. Fuente: MTC (2022)

4.8.2. Procesamiento y Análisis de Datos

- a. Consolidación de resultados mediante formatos y tablas según el ensayo correspondiente para las muestras en estado natural y estabilizadas con Polycom.
- b. Elaboración de gráficos de los resultados para cada ensayo realizado.
- c. Verificación de resultados con los mínimos sugeridos por el Manual de Carreteras la Sección: Suelos y Pavimentos, del Manual de Carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.
- d. Elaboración de gráficos comparativos de los resultados para los ensayos de Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado) y CBR de Suelos (Laboratorio).
- e. Contratación de hipótesis
- f. Elaboración de las conclusiones donde se definirán los resultados definitivos del estudio.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL AN-1184

Los siguientes resultados que se presentan en la Tabla 13, son obtenidos de las muestras extraídas de tres calicatas ubicadas a lo largo de la vía AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha.

Tabla 13

Ubicación de las calicatas de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	Profundidad (m)
C-01	5+100 km	1.50
C-02	6+500 km	1.50
C-03	7+200 km	1.50

En la Tabla 14, se muestran los datos del contenido de humedad, destacando que el valor más alto se registra en la progresiva 6+500 km y el valor más bajo en la progresiva 5+100 km.

Tabla 14

Contenido de humedad de la subrasante de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	Contenido de Humedad (%)
C-01	5+100 km	5.12
C-02	6+500 km	17.24
C-03	7+200 km	5.75

La Tabla 15, nos indica el porcentaje de grava, arena y finos que presentan las muestras, apreciando que la tendencia es que el porcentaje de grava es predominante pero ligeramente superior al de arena a excepción de los valores obtenidos de la progresiva 7+200 km.

Tabla 15

Porcentaje de grava, arena y finos de la subrasante de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C-01	5+100 km	43.87	40.34	15.79
C-02	6+500 km	47.24	40.52	12.24
C-03	7+200 km	44.13	46.34	9.54

En la Tabla 16, observamos los valores de límites de consistencia de las muestras donde se puede mencionar que la calicata C-02 posee el mayor valor de índice de plasticidad y la calicata C-01 el menor índice de plasticidad.

Tabla 16*Límites de consistencia de la subrasante de la vía AN-1184.*

Calicata	Progresiva	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
C-01	5+100 km	23	24	0
C-02	6+500 km	36	25	11
C-03	7+200 km	34	27	6

De los valores de la Tabla 15 y Tabla 16, realizamos la clasificación de suelos de la subrasante. En la Tabla 17, observamos que la clasificación de los suelos de las tres progresivas son gravas arenosas.

Tabla 17*Clasificación de la subrasante de la vía AN-1184.*

Calicata	Progresiva	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
C-01	5+100 km	A-1-b (0)	GM
C-02	6+500 km	A-2-6 (0)	GM
C-03	7+200 km	A-2-4 (0)	GW-GM

En la Tabla 18, se muestran valores obtenidos del ensayo de Proctor Modificado tales como la máxima densidad seca y el contenido de humedad óptimo. El procedimiento de compactación a usar fue el tipo C. Mencionado lo anterior, se observa que el mayor valor de la máxima densidad seca se obtiene en la progresiva 7+200 km, mientras el menor valor de la máxima densidad seca se obtiene en la progresiva 6+500 km. El contenido óptimo de humedad de las tres muestras posee valores cercanos dónde el máximo valor es el de la calicata C-02 y el mínimo valor es de calicata C-01.

Tabla 18

Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la subrasante de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	MDS (g/cm³)	CHO (%)
C-01	5+100 km	2.00	5.17
C-02	6+500 km	1.98	6.25
C-03	7+200 km	2.03	6.23

En la Tabla 19, se puede apreciar los valores obtenidos del ensayo de CBR de suelos compactados en laboratorio. De los cuales se aprecia que los mayores valores obtenidos del CBR al 95% de MDS y al 100% de MDS corresponden a la progresiva 7+200 km y los menores valores obtenidos corresponden a la progresiva 6+500 km.

Tabla 19

CBR de la subrasante de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	CBR al 95% MDS	CBR al 100% MDS
C-01	5+100 km	42.23	53.46
C-02	6+500 km	41.07	52.37
C-03	7+200 km	41.14	56.07

5.2. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL AN-1044

Los resultados del presente punto son obtenidos de las muestras extraídas de tres calicatas ubicadas a lo largo de la vía AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque.

Tabla 20

Ubicación de las calicatas de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	Profundidad (m)
C-01	4+300 km	1.50
C-02	5+400 km	1.50
C-03	6+800 km	1.50

La Tabla 21, señala los datos del contenido de humedad, destacando que el valor más alto se registra en la progresiva 6+800 km y el valor más bajo en la progresiva 5+400 km.

Tabla 21

Contenido de humedad de la subrasante de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	Contenido de Humedad (%)
C-01	4+300 km	0.27
C-02	5+400 km	0.18
C-03	6+800 km	5.70

La Tabla 22, indica la cantidad de grava, arena y finos que presentan las muestras, apreciando que la tendencia del porcentaje de arena es predominante en la totalidad de las muestras a excepción progresiva 6+800 km donde el porcentaje de arena no es lejano al porcentaje de finos.

Tabla 22

Porcentaje de grava, arena y finos de la subrasante de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C-01	4+300 km	2.32	78.28	19.40
C-02	5+400 km	4.93	88.94	6.13
C-03	6+800 km	17.26	48.51	34.23

En la Tabla 23, se aprecia los valores de límites de consistencia donde se puede mencionar que las muestras extraídas no poseen límite líquido, límite plástico y por ende índice de plasticidad.

Tabla 23

Límites de consistencia de la subrasante de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
C-01	4+300 km	NP	NP	NP
C-02	5+400 km	NP	NP	NP
C-03	6+800 km	NP	NP	NP

En la Tabla 24, donde se puede observar que la calicata C-01 y C-02 corresponden a una arena mal graduada, mientras que la calicata C-03 resulta ser una grava mal graduada con arena y limo.

Tabla 24

Clasificación de la subrasante de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
C-01	4+300 km	A-3 (0)	SP
C-02	5+400 km	A-3 (0)	SP
C-03	6+800 km	A-2-4 (0)	GW-GM

En la Tabla 25, se observan valores obtenidos del ensayo de Proctor Modificado. El procedimiento de compactación para las calicatas C-01 y C-02 fue el tipo A, mientras que para la calicata C-03 fue el tipo C. Se puede decir que el mayor valor de la máxima densidad seca es obtenido en la progresiva 6+800 km, mientras el menor valor de la máxima densidad seca se obtiene en la progresiva 5+400 km. El contenido óptimo de humedad de las tres muestras posee valores cercanos dónde el máximo valor es el de la calicata C-03 y el mínimo valor es de calicata C-02.

Tabla 25

Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la subrasante de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	MDS (g/cm³)	CHO (%)
C-01	4+300 km	1.99	5.95
C-02	5+400 km	1.95	5.20
C-03	6+800 km	2.16	6.06

En la Tabla 26, se observa los valores obtenidos del ensayo de CBR. Se aprecia que los mayores valores obtenidos del CBR al 95% de MDS y al 100% de MDS corresponden a la progresiva 6+800 km y los menores valores obtenidos corresponden a la progresiva 5+400 km.

Tabla 26

CBR de la subrasante de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	CBR al 95% MDS	CBR al 100% MDS
C-01	4+300 km	13.76	20.06
C-02	5+400 km	12.17	17.82
C-03	6+800 km	60.85	73.16

5.3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA CON POLYCOM DE LA VÍA VECINAL AN-1184

Mediante la aplicación de una dosis de 0.030 gramos de Polycom por kilogramo de material, dosificación recomendada por la ficha técnica proporcionada por el proveedor del estabilizador, se lograron obtener valores de los ensayos de Proctor Modificado y CBR de las muestras ya estabilizadas. Los resultados que a continuación se presentan corresponden a las muestras de la vía AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha.

En la Tabla 27, observamos los valores obtenidos del ensayo de Proctor Modificado donde el mayor valor de la máxima densidad seca se obtiene en la muestra de la calicata C-03, mientras el menor valor se obtiene en la calicata C-02. El contenido óptimo de humedad de las tres muestras posee valores cercanos dónde el máximo valor se obtiene de la calicata C-02 y el mínimo valor es de calicata C-01.

Tabla 27

Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la subrasante estabilizada de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	MDS (g/cm³)	CHO (%)
C-01	5+100 km	2.08	4.80
C-02	6+500 km	2.02	5.82
C-03	7+200 km	2.11	5.78

En la Tabla 28, nos indica los valores obtenidos del ensayo de CBR. Los mayores valores obtenidos del CBR al 95% de MDS y al 100% de MDS corresponden a la progresiva 7+200 km y los menores valores obtenidos corresponden a la progresiva 6+500 km.

Tabla 28

CBR de la subrasante estabilizada de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	CBR al 95% MDS	CBR al 100% MDS
C-01	5+100 km	64.18	75.26
C-02	6+500 km	62.29	72.87
C-03	7+200 km	66.06	79.46

5.4. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA CON POLYCOM DE LA VÍA VECINAL AN-1044

Se aplicó una dosis de 0.030 gramos de Polycom por kilogramo de material, dosificación recomendada por la ficha técnica proporcionada por el proveedor del estabilizador, a las muestras de la vía AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque.

La Tabla 29, se observa valores obtenidos del ensayo de Proctor Modificado de las muestras ya estabilizadas. El mayor valor de la máxima densidad seca se obtiene en la calicata C-03 y el menor valor se obtiene en la calicata C-02. El contenido óptimo de humedad de las tres muestras posee valores cercanos donde el máximo valor es el de la calicata C-03 y el mínimo valor es de calicata C-02.

Tabla 29

Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la subrasante estabilizada de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	MDS (g/cm³)	CHO (%)
C-01	4+300 km	2.06	5.72
C-02	5+400 km	2.03	5.01
C-03	6+800 km	2.22	5.62

La Tabla 30, indica los valores obtenidos del ensayo de CBR. Los mayores valores obtenidos del CBR al 95% de MDS y al 100% de MDS corresponden a la progresiva 6+800 km y los menores valores obtenidos corresponden a la progresiva 5+400 km.

Tabla 30

CBR de la subrasante estabilizada de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	CBR al 95% MDS	CBR al 100% MDS
C-01	4+300 km	28.54	39.84
C-02	5+400 km	26.51	39.48
C-03	6+800 km	108.36	119.01

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL AN-1184

La subrasante de la vía AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha; podrá ser categorizada ya que el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos las evalúa gracias al CBR obtenido.

Tabla 31

Categorías de subrasante

Categoría de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Nota. Fuente: MTC (2014)

Observando la Tabla 31, podremos verificar la categoría de la subrasante ya que logramos obtener valores del CBR que se aprecian en la Tabla 18.

Tabla 32

Categoría de la subrasante de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	CBR al 95% MDS	Categoría de subrasante
C-01	5+100 km	42.23	Subrasante Excelente
C-02	6+500 km	41.07	Subrasante Excelente
C-03	7+200 km	41.14	Subrasante Excelente

De la Tabla 32, se afirmó que la subrasante de la vía vecinal AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha; cumplen con las condiciones determinadas por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos al considerarse como subrasante excelente.

6.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA VECINAL AN-1044

En la Tabla 33, se verificó la categoría de la subrasante ya que logramos obtener valores del CBR que se aprecian en la Tabla 26. Dicho esto, se afirmó que la subrasante de la vía vecinal AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque; cumplen con las condiciones determinadas por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos al considerarse como subrasante excelente. Como se aprecia en la Tabla 33, los valores de las calicatas C-01 y C-02, difieren del valor obtenido en la calicata C-03, esto debido a que se presentan diferentes tipos de suelo en la vía. Esto debido a que, a partir de determinado sector de la vía, nos encontramos en un valle agrícola. Lo cual sugiere, que a futuras investigaciones se tome en consideración una mayor toma de muestras para tener una menor dispersión de los resultados.

Tabla 33

Categoría de la subrasante de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	CBR al 95% MDS	Categoría de subrasante
C-01	4+300 km	13.76	Subrasante Buena
C-02	5+400 km	12.17	Subrasante Buena
C-03	6+800 km	60.85	Subrasante Excelente

6.3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA CON POLYCOM DE LA VÍA VECINAL AN-1184

Con respecto al ensayo de Proctor Modificado de las muestras correspondientes a la vía AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha; la Figura 08 y la Figura 09, nos muestran los valores obtenidos para la máxima densidad seca y la variación en su máxima densidad seca que experimentan las muestras al haberse aplicado Polycom.

Figura 8

Máxima densidad seca de la vía AN-1184.

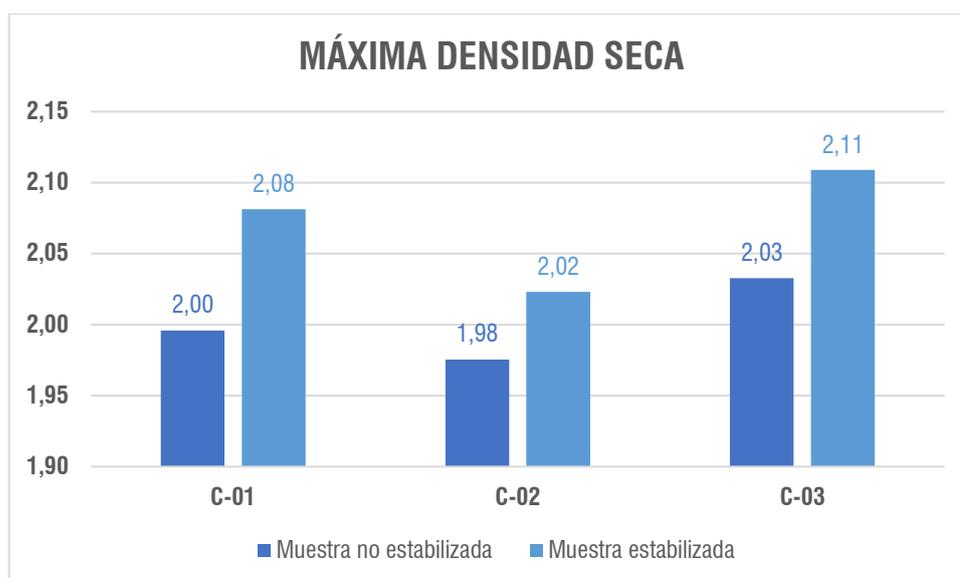
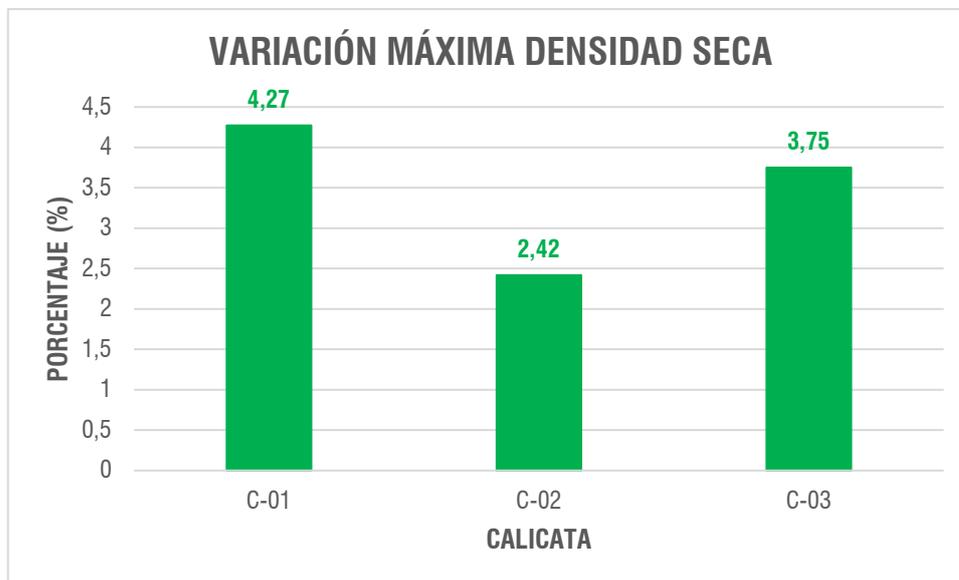


Figura 9

Variación del valor de la máxima densidad seca de la vía AN-1184.



De la Figura 08 y la Figura 09, se concluyó que la máxima densidad seca experimenta un incremento en su valor en cada una de las tres muestras sometidas a la aplicación del Polycom. Los incrementos son ligeros y no mayores al 5%, en un promedio de 3.48%.

La Figura 10 y la Figura 11, nos muestran los valores obtenidos para el contenido de humedad óptimo y la variación que experimentan las muestras al haberse estabilizado con Polycom.

Figura 10

Contenido de humedad óptimo de la vía AN-1184.

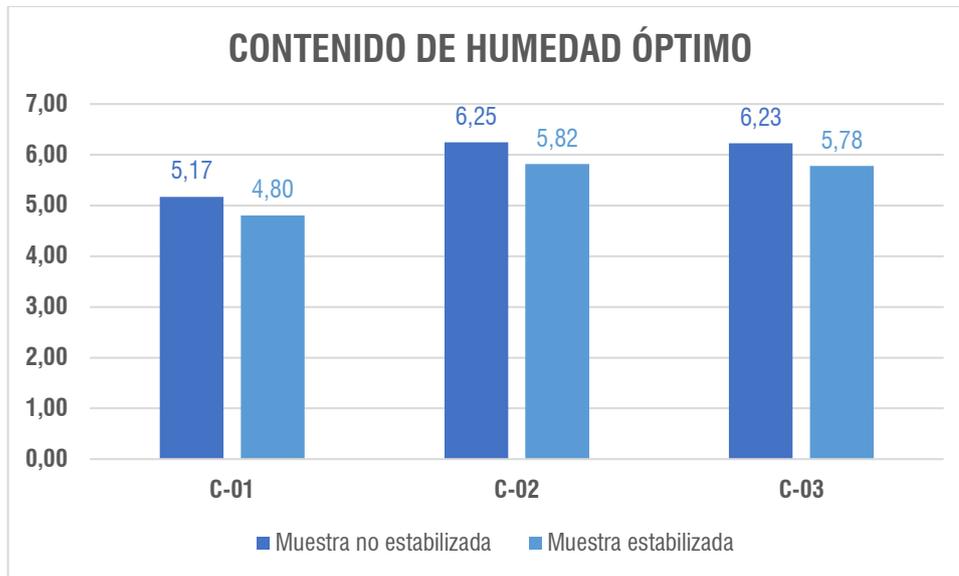
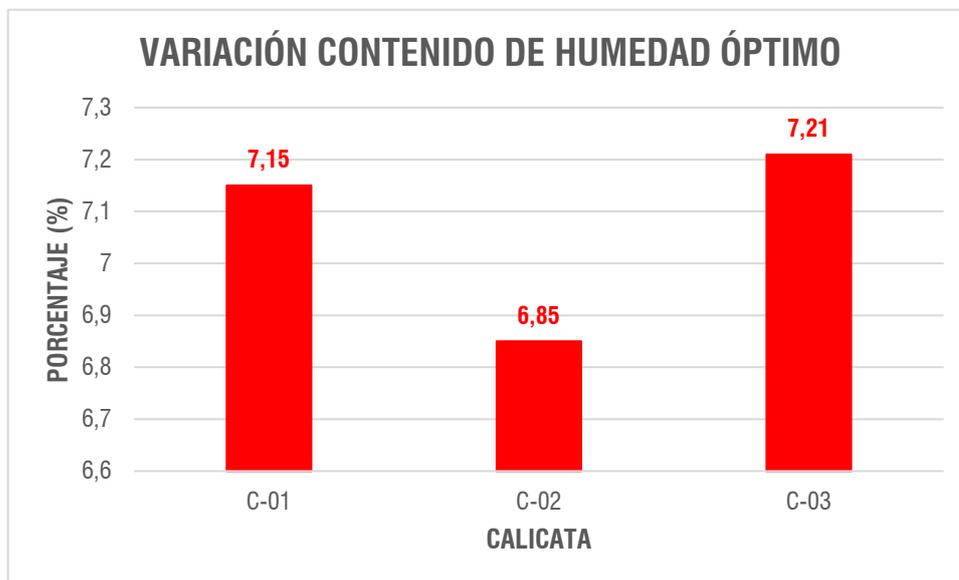


Figura 11

Variación del valor del contenido de humedad óptimo de la vía AN-1184.



De la Figura 10 y la Figura 11, se concluyó que el contenido de humedad óptimo experimenta una reducción en su valor en cada una de las tres muestras sometidas a la estabilización con Polycom. Las reducciones superan el 6%, en un promedio de 7.07%.

La Figura 12 y la Figura 13, nos muestran los valores obtenidos con relación al ensayo de CBR de suelos (laboratorio) al 95% de máxima densidad seca y la variación que experimentan dichos valores al estabilizarse mediante la aplicación del Polycom.

Figura 12

CBR al 95% de MDS de la vía AN-1184.

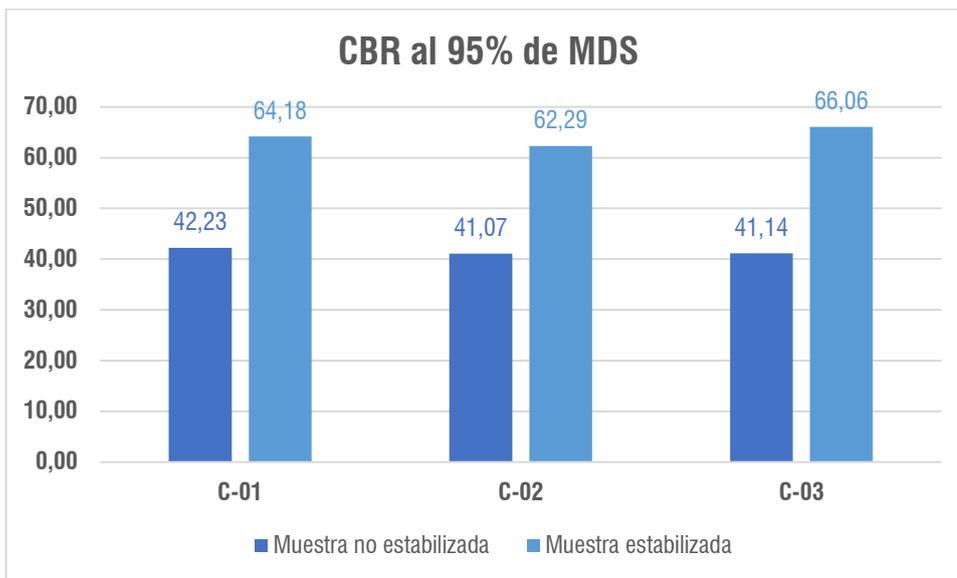
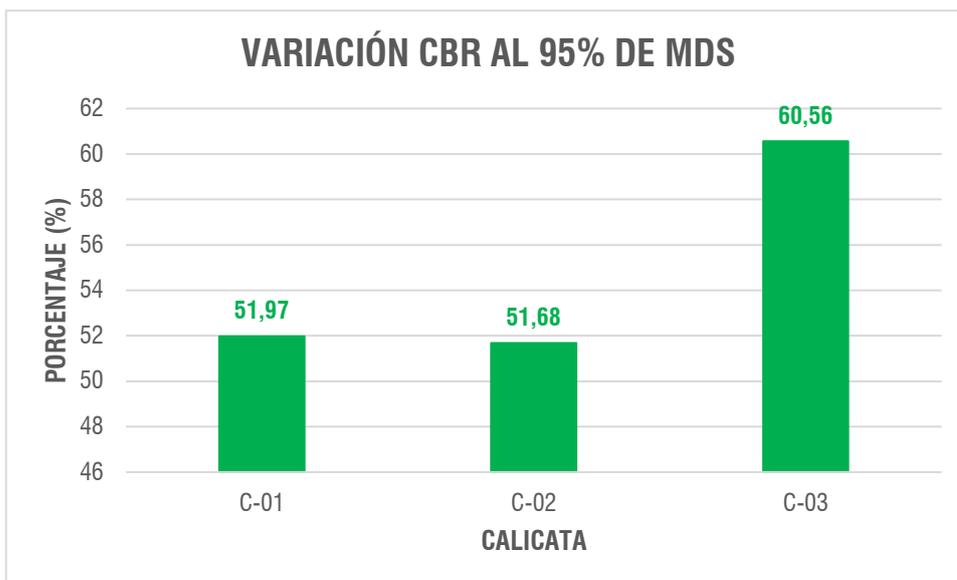


Figura 13

Variación del CBR al 95% de MDS de la vía AN-1184.



De la Figura 12 y la Figura 13, se registró el incremento de los valores del CBR al 95% de máxima densidad seca de las muestras estabilizadas con Polycom con relación a

las muestras en estado natural. El porcentaje de incremento superó el 50%, en un valor promedio de 54.74%.

La Figura 14 y la Figura 15, nos muestran los valores obtenidos con relación al ensayo de CBR de suelos (laboratorio) al 100% de máxima densidad seca y la variación que experimentan dichos valores al aplicarse Polycom a las muestras.

Figura 14

CBR al 100% de MDS de la vía AN-1184.

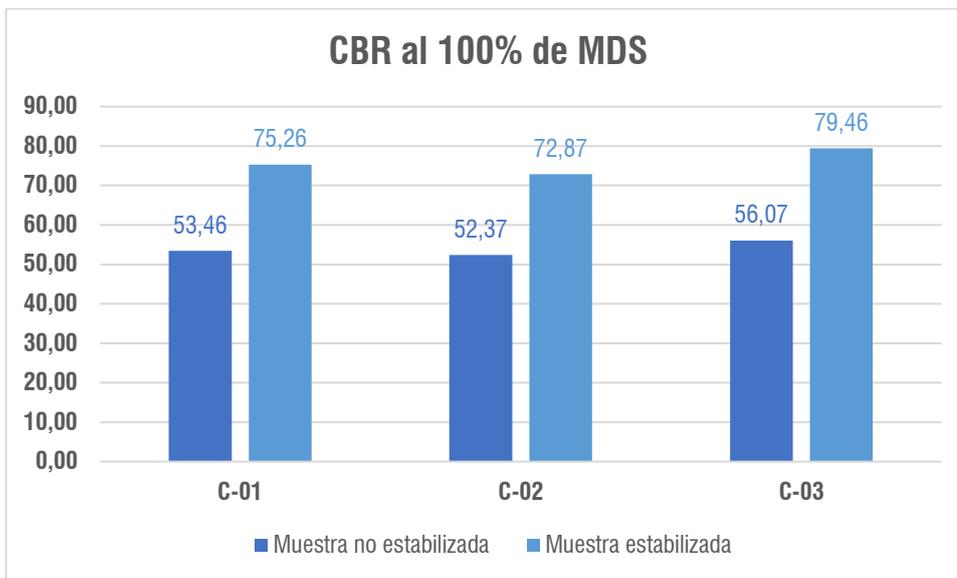
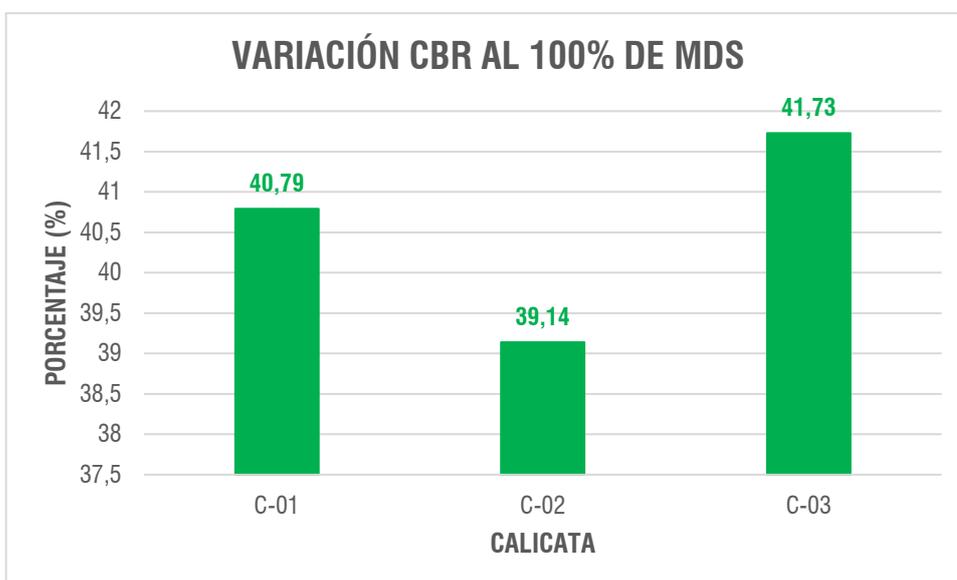


Figura 15

Variación del CBR al 100% de MDS de la vía AN-1184.



De la Figura 14 y la Figura 15, se registró el incremento de los valores del CBR al 100% de máxima densidad seca de las muestras a las cuales se aplicó con Polycom. El porcentaje de incremento superó el 35%, en un valor promedio de 40.55%.

Considerando la Tabla 27 y la Tabla 30, se realizó la correlación entre los valores del CBR de suelos (laboratorio) al 95% de máxima densidad seca y la categoría de subrasante que tendrán las muestras. Esta correlación se presenta en la Tabla 33.

Tabla 34

Categoría de la subrasante estabilizada de la vía AN-1184.

Calicata	Progresiva	CBR al 95% MDS	Categoría de subrasante
C-01	5+100 km	64.18	Subrasante Excelente
C-02	6+500 km	62.29	Subrasante Excelente
C-03	7+200 km	66.06	Subrasante Excelente

De la Tabla 33, se afirmó que la estabilización con Polycom logra una mejora de la categoría de la subrasante; sin embargo, esta categoría ya se presentaba sin la aplicación del estabilizador. Para las muestras de las tres calicatas se obtuvo una categoría de subrasante excelente.

6.4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA CON POLYCOM DE LA VÍA VECINAL AN-1044

Los resultados del ensayo de Proctor Modificado de las muestras correspondientes a la vía AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque; correspondientes a los valores obtenidos para la máxima densidad seca y la variación en su máxima densidad seca que experimentan las muestras al haberse aplicado Polycom son mostrados en la Figura 16 y la Figura 17.

Figura 16

Máxima densidad seca de la vía AN-1044.

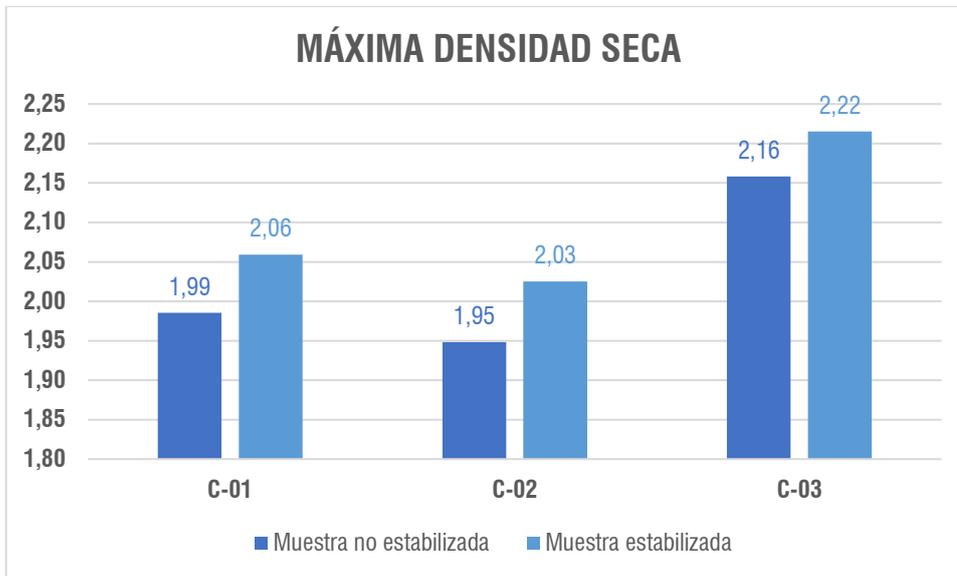
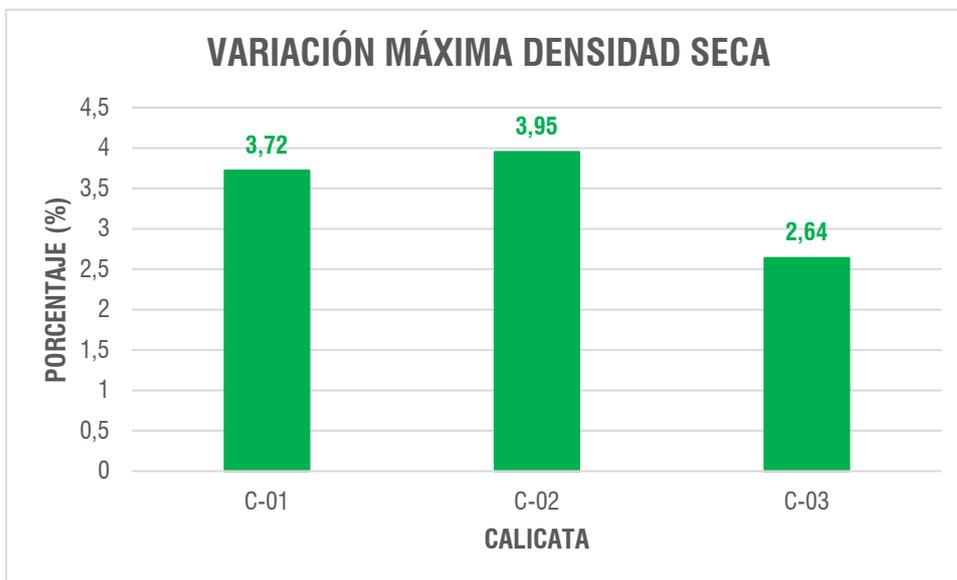


Figura 17

Variación del valor de la máxima densidad seca de la vía AN-1044.



De la Figura 16 y la Figura 17, se concluyó que la máxima densidad seca experimenta un incremento en su valor en cada una de las tres muestras sometidas a la aplicación del Polycom. Los incrementos son ligeros y no mayores al 4%, en un promedio de 3,44%.

La Figura 18 y la Figura 19, nos muestran los valores obtenidos para el contenido de humedad óptimo y la variación que experimentan las muestras al estabilizarse con Polycom.

Figura 18

Contenido de humedad óptimo de la vía AN-1044.

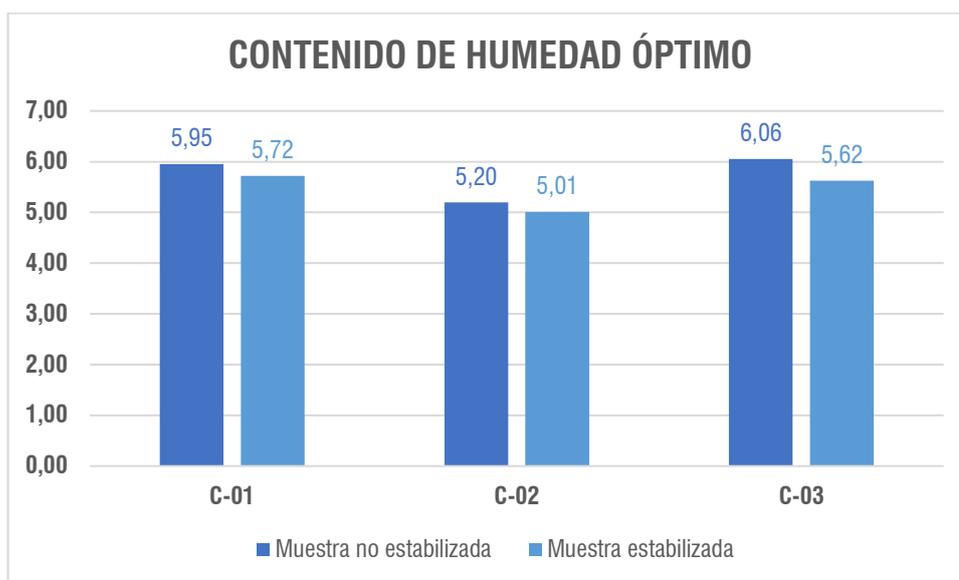
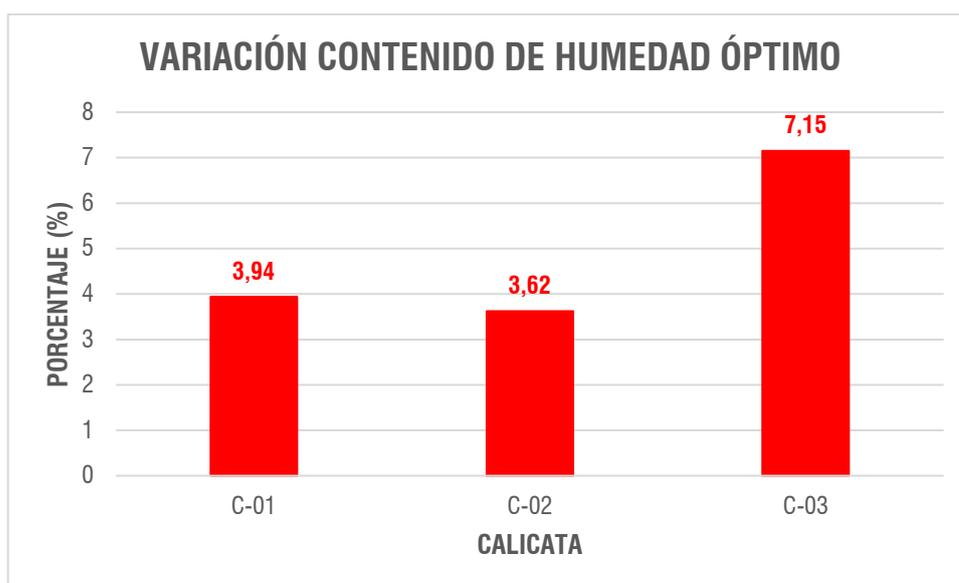


Figura 19

Variación del valor del contenido de humedad óptimo de la vía AN-1044.



De la Figura 18 y la Figura 19, se concluyó que el contenido de humedad óptimo experimenta una reducción en su valor en cada una de las tres muestras sometidas a

la estabilización con Polycom. Las reducciones superan el 3%, con valores cercanos para las calicatas C-01 y C-02, en comparación de la calicata C-03, cuyo valor de reducción casi es el doble que el de las calicatas restantes. Esto debido a que los suelos de las calicatas C-01 y C-02 son casi del mismo tipo, diferenciándose notablemente de la calicata C-03. El valor promedio de esta reducción fue de 4.90%.

La Figura 20 y la Figura 21, nos muestran los valores obtenidos con relación al ensayo de CBR de suelos (laboratorio) al 95% de máxima densidad seca y la variación que experimentan dichos valores al estabilizarse mediante la aplicación del Polycom.

Figura 20

CBR al 95% de MDS de la vía AN-1044.

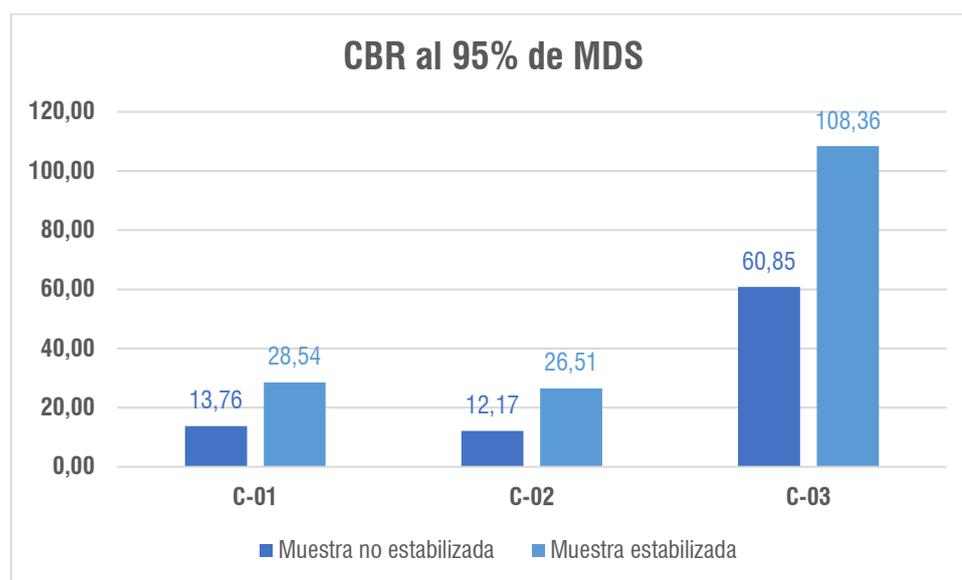
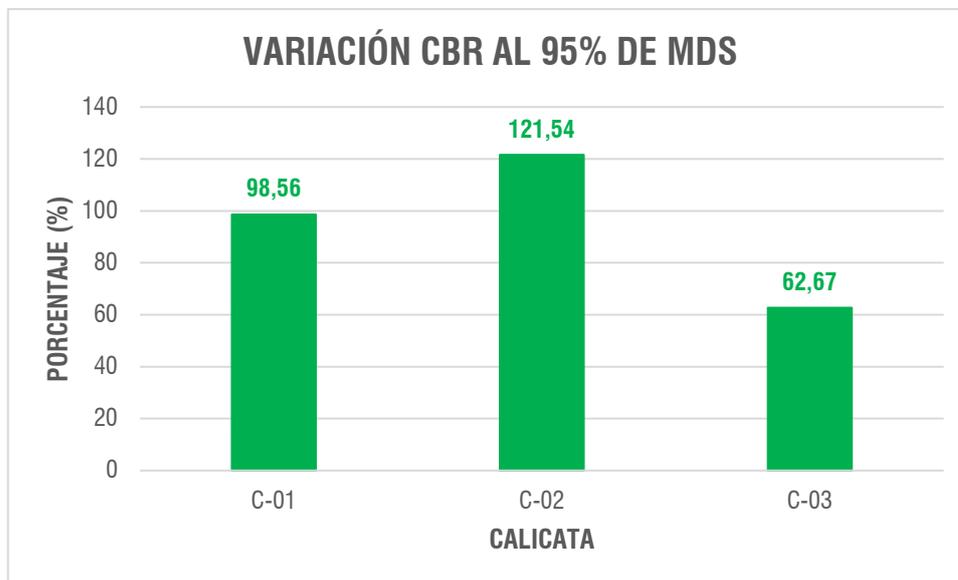


Figura 21

Variación del CBR al 95% de MDS de la vía AN-1044.



De la Figura 20 y la Figura 21, se registró el incremento de los valores del CBR al 95% de máxima densidad seca de las muestras estabilizadas con Polycom con relación a las muestras en estado natural. Similar al caso del contenido de humedad óptimo, el incremento de los valores de CBR para las calicatas C-01 y C-02, son numéricamente cercanos, a comparación de la calicata C-03, cuyo incremento casi es inferior a la mitad del resto de calicatas. El porcentaje de incremento superó el 60%, en un valor promedio de 94.26%.

La Figura 22 y la Figura 23, nos muestran los valores obtenidos con relación al ensayo de CBR de suelos (laboratorio) al 100% de máxima densidad seca y la variación que experimentan dichos valores al aplicarse Polycom a las muestras.

Figura 22

CBR al 100% de MDS de la vía AN-1044.

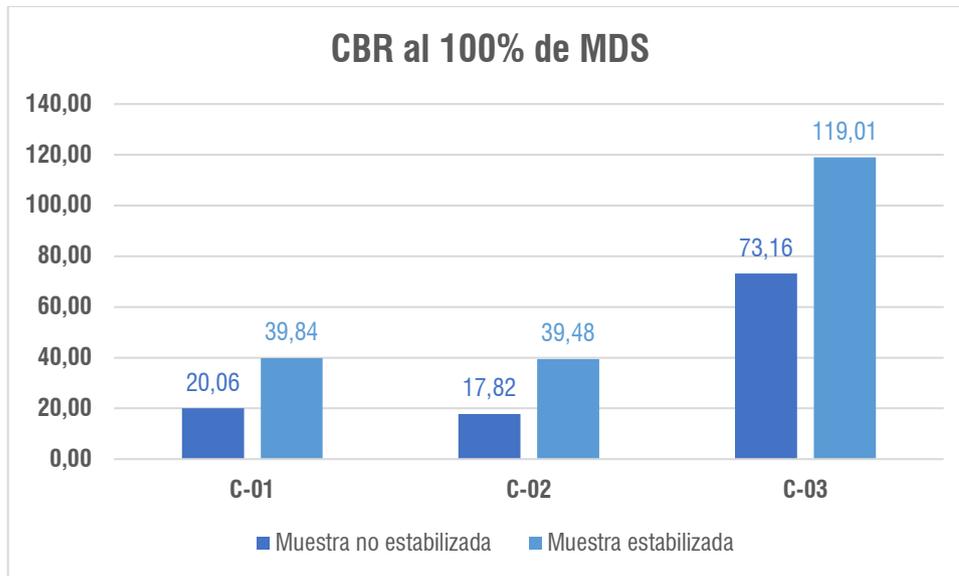
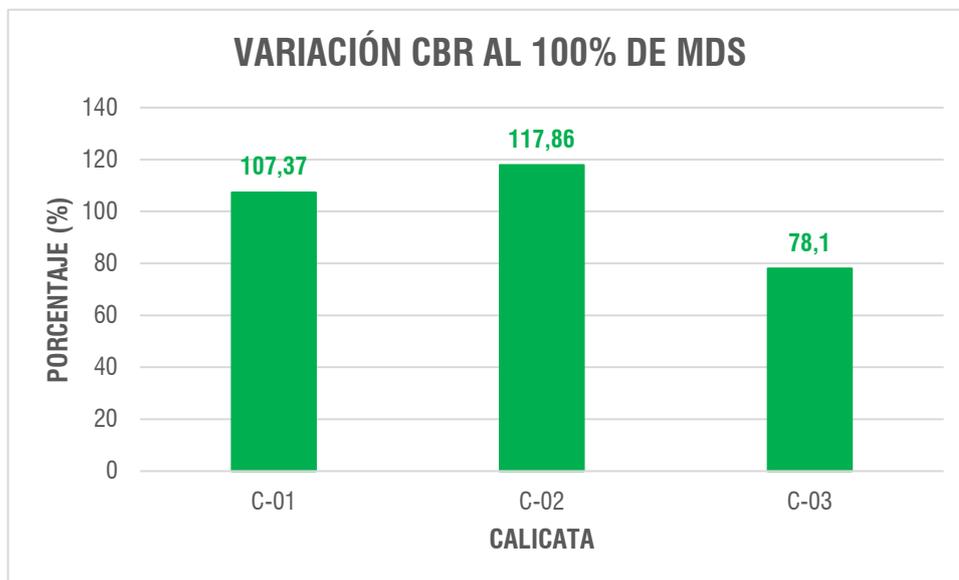


Figura 23

Variación del CBR al 100% de MDS de la vía AN-1044.



De la Figura 22 y la Figura 23, se registró el incremento de los valores del CBR al 100% de máxima densidad seca de las muestras a las cuales se aplicó con Polycom. Ocurrió el mismo caso del CBR al 95% de máxima densidad seca, donde el incremento de la calicata C-03 es significativamente inferior al de las restantes. El porcentaje de incremento superó el 75%, en un valor promedio de 78.10%.

Considerando la Tabla 29 y la Tabla 30, se realizó la correlación entre los valores del CBR de suelos (laboratorio) al 95% de máxima densidad seca y la categoría de subrasante que tendrán las muestras. Esta correlación se presenta en la Tabla 34.

Tabla 35

Categoría de la subrasante estabilizada de la vía AN-1044.

Calicata	Progresiva	CBR al 95% MDS	Categoría de subrasante
C-01	5+100 km	28.54	Subrasante Muy Buena
C-02	6+500 km	26.51	Subrasante Muy Buena
C-03	7+200 km	108.36	Subrasante Excelente

De la Tabla 34, se afirmó que la estabilización con Polycom logra una mejora de la categoría de la subrasante. Para las muestras de las calicatas C-01 y C-02 se obtuvo una categoría de subrasante muy buena, a comparación que para la calicata C-03 se obtuvo una categoría de subrasante excelente.

Con los resultados de los estudios ya completados, se comparó con los resultados de estudios similares realizados previamente. Tal es el caso que Nesterenko (2018) obtuvo resultados similares como por ejemplo el aumento de la máxima densidad seca en un porcentaje del 2%, mientras en nuestro estudio el aumento promedio es de 3.45% aproximadamente en ambas vías de estudio. Así también los estudios se asemejan en la reducción del contenido de humedad óptimo, Nesterenko (2018) obtuvo una reducción del 8% en promedio, mientras que en nuestro estudio se obtuvieron reducciones del 7% y 5% en promedio. En el caso del CBR al 95% de la máxima densidad seca y el CBR al 100% de la máxima densidad seca, Nesterenko (2018) obtuvo incrementos en dichos parámetros en el orden del 70% y 58% respectivamente; mientras nuestro estudio registró incrementos con valores promedios del 55% y 94% para el CBR al 95% de la máxima densidad seca, y para el CBR al 100% de la máxima densidad seca se registró un incremento promedio del 41% y 78%.

Para el estudio realizado por Barahona (2019), se registró también incrementos similares en la máxima densidad seca y CBR al 95% de la máxima densidad seca en valores de 4.64% y 163.19% respectivamente. Todo esto de la aplicación del estabilizador Polycom.

Contoguris y Pasmíño (2020) registró el incremento en un 44.00% del CBR en la aplicación de 0.30 kg/m³ de Polycom.

Villanueva (2017) obtuvo un incremento en el CBR luego de la aplicación del Polycom en un porcentaje de 76.7%.

Como vemos, los resultados varían en sus valores numéricos ya que se habla de suelos distintos y una variada ubicación geográfica que tienen los mismos; sin embargo, la tendencia indica que la aplicación del Polycom en los suelos genera un incremento en los valores de máxima densidad seca y CBR, y una reducción en el contenido de humedad óptimo.

6.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

6.5.1. Se comprobó que el uso del Polycom ha influido en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de las vías en la zona costa y sierra de la región Ancash. Esto al verificarse que los valores de la máxima densidad seca y el CBR presentan una influencia directa al incrementarse su valor luego de la aplicación del Polycom a las muestras en estado natural.

6.5.2. No se comprobó la hipótesis que enuncia que las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de vías en la zona costa y sierra de la región Ancash no cumplen los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos. El análisis se realizó a través de la categorización de la subrasante donde se determinó que las subrasantes de las vías de estudio son buenas y excelentes al obtenerse un CBR>6%; dando como resultado que las que las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de vías en la zona costa y sierra de la región Ancash sí cumplen

los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos

- 6.5.3.** Se comprobó que las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante estabilizadas con Polycom de vías en la zona costa y sierra de la región Ancash cumplen los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos. Al igual de la hipótesis anterior, se logró la comprobación a través de la categorización de la subrasante donde se determinó que las subrasantes estabilizadas con Polycom de las vías de estudio son muy buenas y excelentes.
- 6.5.4.** Se comprobó también que mejoramiento de la subrasante mediante el uso de Polycom en la vía AN-1044 de la provincia de Casma presenta mejores resultados que el mejoramiento de la subrasante mediante el uso de Polycom en la vía AN-1184 de la provincia de Huaraz. Esto se logró luego de la comparación de los valores de CBR obtenidos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- 7.1.1.** Se determinó el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mediante el uso del Polycom para vías en la zona costa y sierra de la región Ancash. En el caso de la vía vecinal AN-1184: Emp. PE-3N (Puente Pariac) – Macashca – Oncoycancha el incremento de la MDS fue de 3.48%, y el incremento del CBR al 95% de la MDS fue de 54.74%. En la vía AN-1044: Emp. PE-14 – Pta. Carretera – San Francisco Alto – Santa Matilde – Mojeque se obtuvo un incremento de la MDS en 3.44% y de 94.26% en el CBR al 95% de la MDS.
- 7.1.2.** Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de vías de la zona costa y sierra de la región Ancash. Para la vía AN-1184 el máximo valor de la máxima densidad seca fue 2.03 g/cm^3 , mientras el mínimo valor fue de 1.98 g/cm^3 . El máximo valor del CBR al 95% MDS fue de 42.23%, el mínimo valor fue de 41.07%. El máximo valor del CBR al 100% MDS fue de 56.07%, el mínimo valor fue de 52.37%. El máximo valor de la máxima densidad seca de la vía AN-1044 fue 2.16 g/cm^3 , mientras el mínimo valor fue de 1.95 g/cm^3 . El máximo valor del CBR al 95% MDS fue de 60.85%, el mínimo valor fue de 12.17%. El máximo valor del CBR al 100% MDS fue de 73.16%, el mínimo valor fue de 17.82%.

7.1.3. Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante estabilizada con Polycom en vías de la zona costa y sierra de la región Ancash. Para la vía AN-1184 el máximo valor de la máxima densidad seca fue 2.11 g/cm^3 , mientras el mínimo valor fue de 2.02 g/cm^3 . El máximo valor del CBR al 95% MDS fue de 66.06%, el mínimo valor fue de 62.29%. El máximo valor del CBR al 100% MDS fue de 79.46%, el mínimo valor fue de 72.87%. El máximo valor de la máxima densidad seca de la vía AN-1044 fue 2.22 g/cm^3 , mientras el mínimo valor fue de 2.03 g/cm^3 . El máximo valor del CBR al 95% MDS fue de 108.36%, el mínimo valor fue de 26.51%. El máximo valor del CBR al 100% MDS fue de 119.01%, el mínimo valor fue de 39.48%.

7.1.4. Se determinó que en la vía AN-1044 de la provincia de Casma se obtienen mejores resultados del mejoramiento de la subrasante mediante el uso del Polycom que la vía AN-1184 de la provincia de Huaraz. La mejora del CBR en la vía AN-1044 de 94.26% es superior a la mejora del CBR en la vía AN-1184 de 54.74%, debido al tipo de suelo que presenta la vía AN-1044, predomina las arenas que no tienen límites de consistencia, a comparación al tipo de suelo que presenta la vía AN-1184, donde predomina las gravas arenosas.

7.2. RECOMENDACIONES

7.2.1. Se recomienda tomar un mayor número de muestras para poder tener una mejor muestra representativa de las vías en estudio.

7.2.2. Hacer el reconocimiento de la totalidad de las vías de estudio para reconocer la variabilidad de los tipos de suelo que se puedan presentar.

7.2.3. Promover la investigación con estabilizadores no convencionales para sentar bases a futuras investigaciones.

7.2.4. Cuidar la calidad de los ensayos guiándonos de los manuales y guías de laboratorio correspondientes.

7.2.5. Verificar la disponibilidad de equipos y herramientas previo a la realización de ensayos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTRALIN Perú (2023). Ficha y Especificaciones Técnicas del polímero australiano de la marca Polycom. emaustlatin@live.com.au
- Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación. Serie integral por competencias* (3era edición). Grupo Editorial Patria.
- Barahona, J. (2019). *Análisis Comparativo entre los Estabilizantes Químicos Terrazyme y Polycom, en el Mejoramiento de la Densidad y el CBR de la Trocha Carrozable Pomacucho - Pacaypampa - Santa María Del Valle - Huánuco - Huánuco, 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2202>
- Barazorda, G. (2021). Influencia del Aditivo Neo Soil Dust en la Estabilización de Suelos en Caminos No Pavimentados, C.P. Naranjal, San Ramon. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio institucional UPLA. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2934>
- Billong, N., Melo, U. C., Louvet, F., & Njopwouo, D. (2009). Properties of compressed lateritic soil stabilized with a burnt clay–lime binder: Effect of mixture components. *Construction and Building Materials*, 23(6), 2457–2460. doi:10.1016/j.conbuildmat.2008.09.017
- Cárdenas, A., Donoso, A. (2008). *Proposición de una Metodología Particular para obtener la Capacidad de Soporte para Suelos Granulares sin Curva Proctor Definida*. [Tesis de pregrado, Universidad de Magallanes]. Repositorio institucional - UMAG. http://www.umag.cl › biblioteca › tesis › cardenas_piucol_2008
- Chang, R., Goldsby, K. (2017). *Química* (12ma edición) Mc Graw Hill.

- Contoguris, K., Pasmíño, M. (2020). *Estabilización de Suelos Finos mediante el uso del Polímero Polycom en Subrasantes para Caminos de Baja Transitabilidad en la Ciudad de Iquitos, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio institucional UCP. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1782>
- Georgees, R., Hassan, R., Evans, R., Jegatheesan, P. (2014) *Performance Improvement of Granular Pavement Materials Using a Polyacrylamide-Based Additive*. Geotechnical Special Publication. GSP 258. 108-117. 10.1061/9780784480014.014.
- Hernandez, R., Fernandez, C., Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta edición). Mc Graw Hill.
- Li, Y., Shao, M., & Horton, R. (2011). *Effect of Polyacrylamide Applications on Soil Hydraulic Characteristics and Sediment Yield of Sloping Land*. *Procedia Environmental Sciences*, 11, 763–773. doi:10.1016/j.proenv.2011.12.118
- Ministerio de Transportes MTC. (2007). *Reglamento de Jerarquización Vial*. Aprobado con D.S. N°017-2007-MTC. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes MTC. (2014). *Manual de Carreteras Suelos, Geología y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos*. Aprobado con R.D. N°10-2014- MTC/14. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes MTC. (2015). *Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas*. Aprobado con R.D. N°003-2015-MTC/14. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes MTC. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Aprobado con R.D. N°18-2016-MTC/14. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Aprobado con R.D. N°03-2018-MTC/14 . Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- McMurry, J. (2008). *Química Orgánica* (7ma edición). Cengage Learning.

- Morrison, R., Boyd, R. (1998). *Química Orgánica* (5ta edición). Fondo Educativo Interamericano
- Nesterenko, D. (2018). Desempeño de Suelos Estabilizados con Polímeros en Perú. [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. Repositorio institucional Pirhua. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3474>
- Padmavathi, M. y Padmavathi V. (2021). Stabilization of Clays and Clayey Soils Using Polycom-A Polyacrylamide Additive. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*. 1, 9 (2020). <https://doi.org/10.1186/s43065-020-00009-8>
- Park, H., Lee, H., Vimonsatit, V. (2020). Investigation of Pindan soil modified with polymer stabilisers for road pavement. doi:10.21203/rs.3.rs-21259/v1
- Villanueva, S. (2017). *Estabilización de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito en la Sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando Poliacrilamida Aniónica, Organosilano y un Sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, Departamento de Ancash*. [Tesis de maestría, Universidad de Ricardo Palma]. Repositorio institucional - URP. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1672>
- Tan, E. H., Zahran, E. M. M., & Tan, S. J. (2020). *A review of chemical stabilisation in road construction. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 943, 012005. doi:10.1088/1757-899x/943/1/012005

ANEXOS

ANEXO A. PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO B. RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO A. PANEL FOTOGRÁFICO



Extracción de muestras de la vía vecinal AN-1184.



Extracción de muestras de la vía vecinal AN-1044.



Lavado de muestras para posterior análisis granulométrico.



Vibrado de tamices para análisis granulométrico.



Separación y pesado de material retenido en los tamices.



Determinación del límite líquido de las muestras



Pesado del Polycom para su posterior diluirlo con agua.



Mezcla del Polycom diluido con agua con la muestra a estabilizar.



Verificación de medidas de los moldes a usar para los ensayos correspondientes.



Ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.



Sumergido de moldes para posterior ensayo.



Determinación de CBR.

ANEXO B. RESULTADOS DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYGANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-01 **Profundidad** : 1.50 m

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108

Prueba			1	2	3	4
1	Masa del recipiente (g)	M1	25.98	27.42	27.08	25.32
2	Masa del recipiente + masa del suelo húmedo (g)	M2	181.83	172.73	189.29	201.45
3	Masa del recipiente + masa del suelo seco (g)	M3	174.21	165.57	181.16	193.27
4	Masa de agua (g) , (M2 - M3)	Mw	7.63	7.16	8.13	8.18
5	Masa del suelo seco (g) , (M3-M1)	Ms	148.23	138.15	154.08	167.95
6	Contenido de humedad (%) , ((Mw/Ms)x100)	ω	5.14%	5.18%	5.28%	4.87%

Humedad promedio (%)	5.12%
-----------------------------	--------------





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE, PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-02 **Profundidad** : 1.50 m

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108

Prueba			1	2	3	4
1	Masa del recipiente (g)	M1	26.05	26.66	28.03	26.58
2	Masa del recipiente + masa del suelo húmedo (g)	M2	143.90	157.15	138.13	148.44
3	Masa del recipiente + masa del suelo seco (g)	M3	126.79	137.87	122.34	129.94
4	Masa de agua (g) , (M2 - M3)	Mw	17.11	19.28	15.79	18.50
5	Masa del suelo seco (g) , (M3-M1)	Ms	100.74	111.21	94.31	103.36
6	Contenido de humedad (%) . ((Mw/Ms)x100)	ω	16.99%	17.34%	16.74%	17.90%

Humedad promedio (%) **17.24%**



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDUAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-03
Muestreado : Interesado
Profundidad : 1.50 m

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108

Prueba			1	2	3	4
1	Masa del recipiente (g)	M1	25.67	26.18	25.74	26.43
2	Masa del recipiente + masa del suelo húmedo (g)	M2	186.64	181.58	178.24	188.03
3	Masa del recipiente + masa del suelo seco (g)	M3	178.47	172.32	169.96	179.50
4	Masa de agua (g) , (M2 - M3)	Mw	8.16	9.26	8.28	8.53
5	Masa del suelo seco (g) , (M3-M1)	Ms	152.80	146.14	144.22	153.07
6	Contenido de humedad (%) , ((Mw/Ms)x100)	ω	5.34%	6.34%	5.74%	5.57%

Humedad promedio (%)	5.75%
-----------------------------	--------------





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

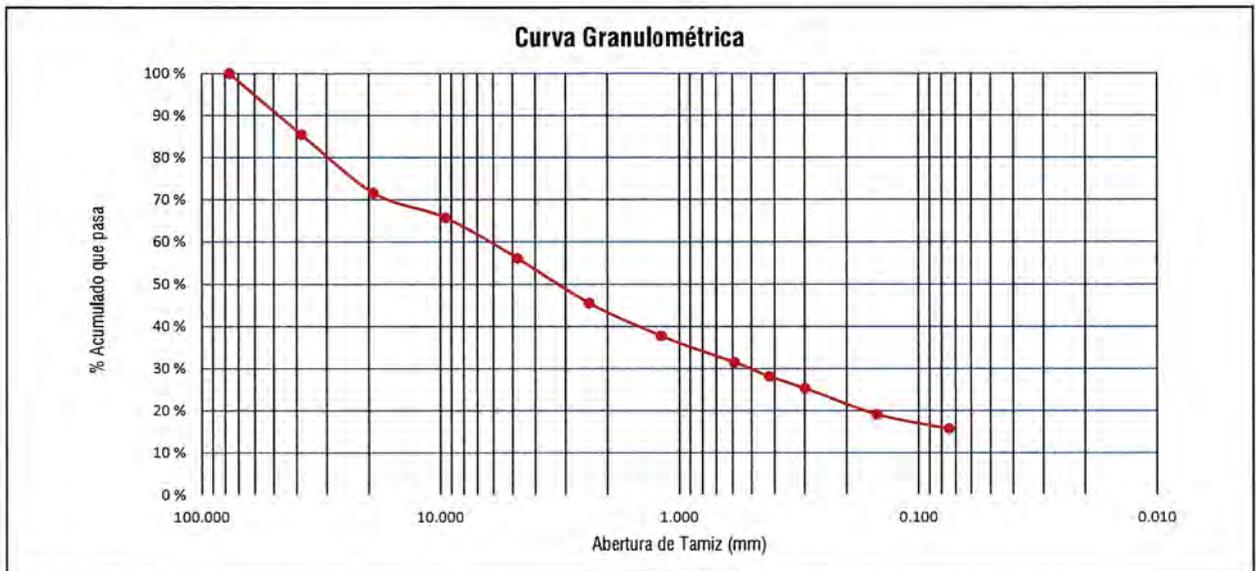
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-01 **Profundidad** : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 4000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 15.79
 PESO LAVADO SECO : 3401.47 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	579.23	14.48	14.48	85.52
3/4"	19.050	555.71	13.89	28.37	71.63
3/8"	9.525	236.78	5.92	34.29	65.71
No 4	4.760	382.94	9.57	43.87	56.13
No 8	2.380	423.49	10.59	54.45	45.55
No 16	1.190	311.63	7.79	62.24	37.76
No 30	0.590	247.29	6.18	68.43	31.57
No 40	0.420	138.24	3.46	71.88	28.12
No 50	0.297	111.57	2.79	74.67	25.33
No 100	0.149	246.93	6.17	80.85	19.15
No 200	0.074	134.41	3.36	84.21	15.79
> No 200	0.000	33.25	0.83	85.04	14.96
TOTAL		3401.47	85.04		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	56.13
% que pasa N° 200	15.79
L.L.	23.13
L.P.	22.94
I.P.	0.19
D10	-
D30	0.525
D60	9.351
Cu	-
Cc	-
w (%)	5.12
GRAVA (%)	43.87
ARENA (%)	40.34
FINOS (%)	15.79



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-1-b (0)
 CLASIFICACIÓN SUCS : GM GRAVA LIMOSA CON ARENA



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAUL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023 Muestreado : Interesado
 Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
 Calicata : C-02 Profundidad : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

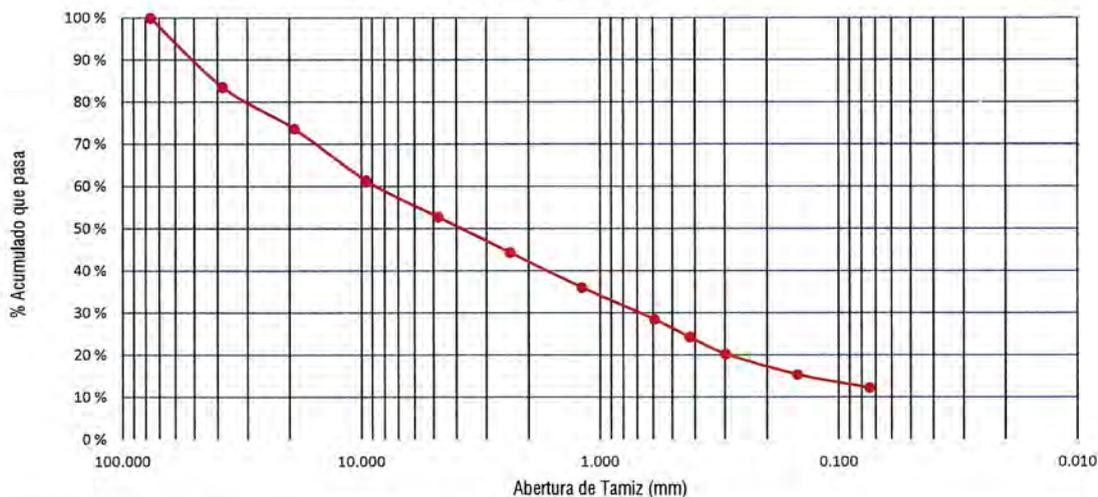
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 4000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 12.24
 PESO LAVADO SECO : 3546.42 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	658.93	16.47	16.47	83.53
3/4"	19.050	396.78	9.92	26.39	73.61
3/8"	9.525	491.65	12.29	38.68	61.32
No 4	4.760	342.30	8.56	47.24	52.76
No 8	2.380	336.34	8.41	55.65	44.35
No 16	1.190	331.23	8.28	63.93	36.07
No 30	0.590	304.26	7.61	71.54	28.46
No 40	0.420	167.19	4.18	75.72	24.28
No 50	0.297	158.28	3.96	79.67	20.33
No 100	0.149	197.13	4.93	84.60	15.40
No 200	0.074	126.36	3.16	87.76	12.24
> No 200	0.000	35.97	0.90	88.66	11.34
TOTAL		3546.42	88.66		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	52.76
% que pasa N° 200	12.24
L.L.	36.06
L.P.	25.00
I.P.	11.06
D10	-
D30	0.953
D60	9.482
Cu	-
Cc	-
w (%)	17.24
GRAVA (%)	47.24
ARENA (%)	40.52
FINOS (%)	12.24

Curva Granulométrica



CLASIFICACIÓN AASHTO A-2-6 (0)
 CLASIFICACION SUCS GM GRAVA LIMOSA CON ARENA





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

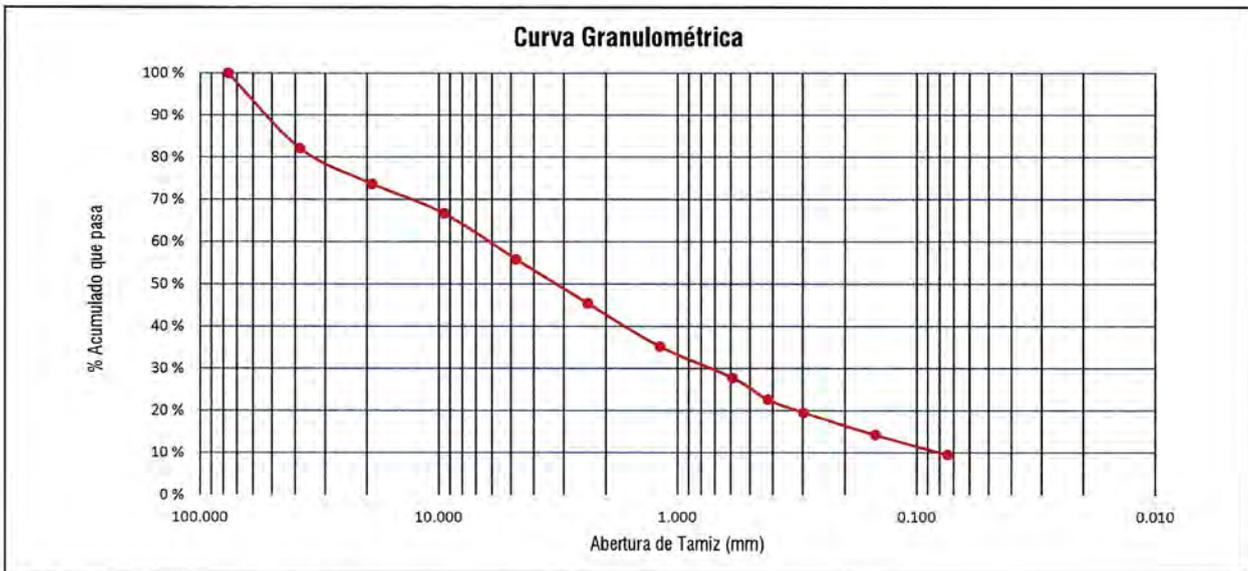
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1184; EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-03 **Profundidad** : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 4000.00 grs **% QUE PASA MALLA No 200** : 9.54
PESO LAVADO SECO : 3661.81 grs **% RETENIDO MALLA 3"** : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	715.72	17.89	17.89	82.11
3/4"	19.050	336.65	8.42	26.31	73.69
3/8"	9.525	280.46	7.01	33.32	66.68
No 4	4.760	432.23	10.81	44.13	55.87
No 8	2.380	416.09	10.40	54.53	45.47
No 16	1.190	408.67	10.22	64.75	35.25
No 30	0.590	296.61	7.42	72.16	27.84
No 40	0.420	207.46	5.19	77.35	22.65
No 50	0.297	124.41	3.11	80.46	19.54
No 100	0.149	212.25	5.31	85.76	14.24
No 200	0.074	188.04	4.70	90.46	9.54
> No 200	0.000	43.22	1.08	91.55	8.45
TOTAL		3661.81	91.55		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	55.87
% que pasa N° 200	9.54
L.L.	33.90
L.P.	27.43
I.P.	6.47
D10	0.083
D30	0.982
D60	9.345
Cu	112.72
Cc	1.24
w (%)	5.75
GRAVA (%)	44.13
ARENA (%)	46.34
FINOS (%)	9.54



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-2-4 (0)
CLASIFICACION SUCS : GW-GM GRAVA BIEN GRADUADA CON LIMO Y ARENA



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDUAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

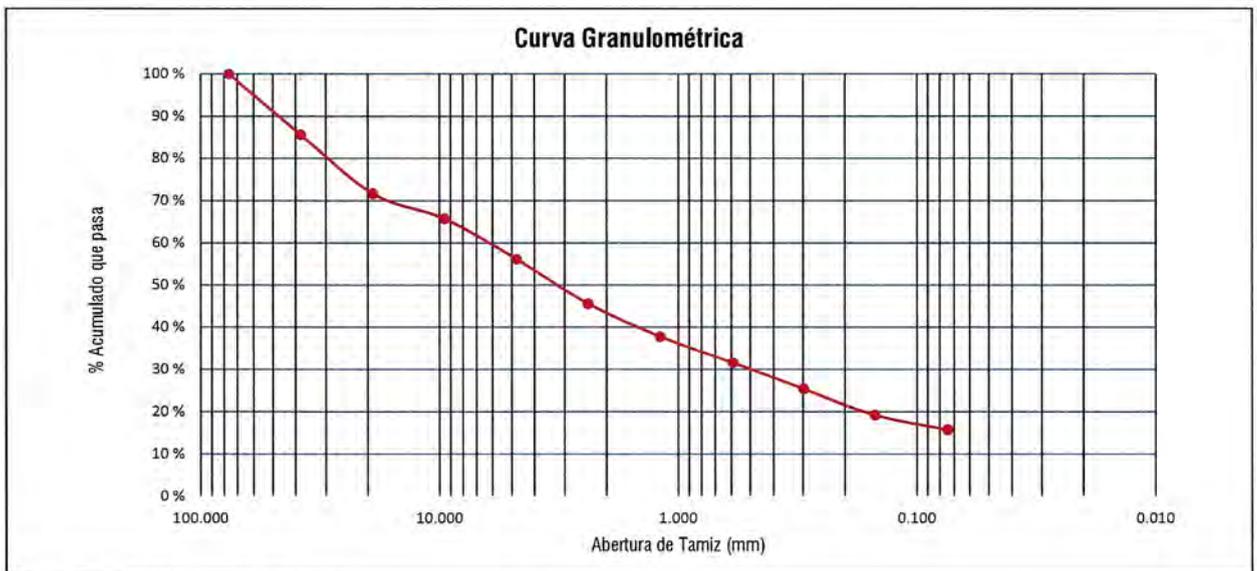
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023 Muestreado : Interesado
 Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
 Calicata : C-01 Profundidad : 1,50 m

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107**

PESO INICIAL SECO : 4000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 15.79
 PESO LAVADO SECO : 3401.47 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	579.23	14.48	14.48	85.52
3/4"	19.050	555.71	13.89	28.37	71.63
3/8"	9.525	236.78	5.92	34.29	65.71
No 4	4.760	382.94	9.57	43.87	56.13
No 8	2.380	423.49	10.59	54.45	45.55
No 16	1.190	311.63	7.79	62.24	37.76
No 30	0.590	247.29	6.18	68.43	31.57
No 50	0.297	249.81	6.25	74.67	25.33
No 100	0.149	246.93	6.17	80.85	19.15
No 200	0.074	134.41	3.36	84.21	15.79
> No 200	0.000	33.25	0.83	85.04	14.96
TOTAL		3401.47	85.04		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	56.13
% que pasa N° 200	15.79
L.L.	23.13
L.P.	22.94
I.P.	0.19
D10	-
D30	0.521
D60	9.351
Cu	-
w (%)	5.12
GRAVA (%)	43.87
ARENA (%)	40.34
FINOS (%)	15.79



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-1-b (0)
 CLASIFICACIÓN SUCS : GM GRAVA LIMOSA CON ARENA



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 JEPATURA LMS y P
 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

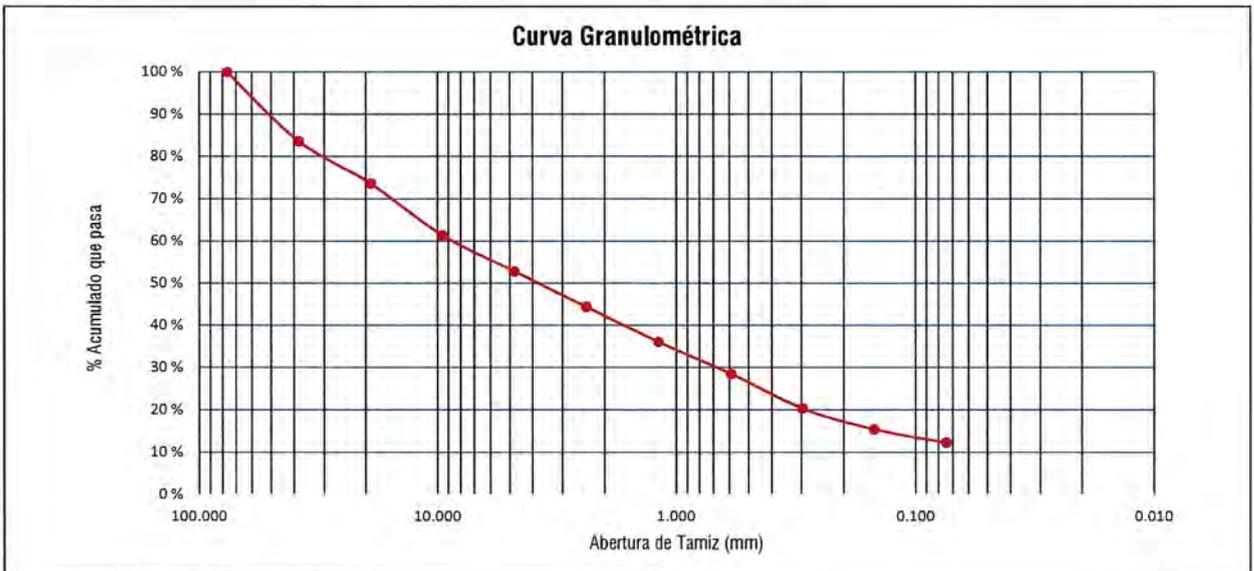
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-02 **Profundidad** : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 4000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 12.24
 PESO LAVADO SECO : 3546.42 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	658.93	16.47	16.47	83.53
¾"	19.050	396.78	9.92	26.39	73.61
3/8"	9.525	491.65	12.29	38.68	61.32
No 4	4.760	342.30	8.56	47.24	52.76
No 8	2.380	336.34	8.41	55.65	44.35
No 16	1.190	331.23	8.28	63.93	36.07
No 30	0.590	304.26	7.61	71.54	28.46
No 50	0.297	325.47	8.14	79.67	20.33
No 100	0.149	197.13	4.93	84.60	15.40
No 200	0.074	126.36	3.16	87.76	12.24
> No 200	0.000	35.97	0.90	88.66	11.34
TOTAL		3546.42	88.66		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	52.76
% que pasa N° 200	12.24
L.L.	36.06
L.P.	25.00
I.P.	11.06
D10	-
D30	0.953
D60	9.482
Cu	-
w (%)	17.24
GRAVA (%)	47.24
ARENA (%)	40.52
FINOS (%)	12.24



CLASIFICACIÓN AASHTO A-2-6 (0)
 CLASIFICACION SUCS GM GRAVA LIMOSA CON ARENA



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL ESPAR CASTILLO BELGAREJO
 JEFE DEL LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

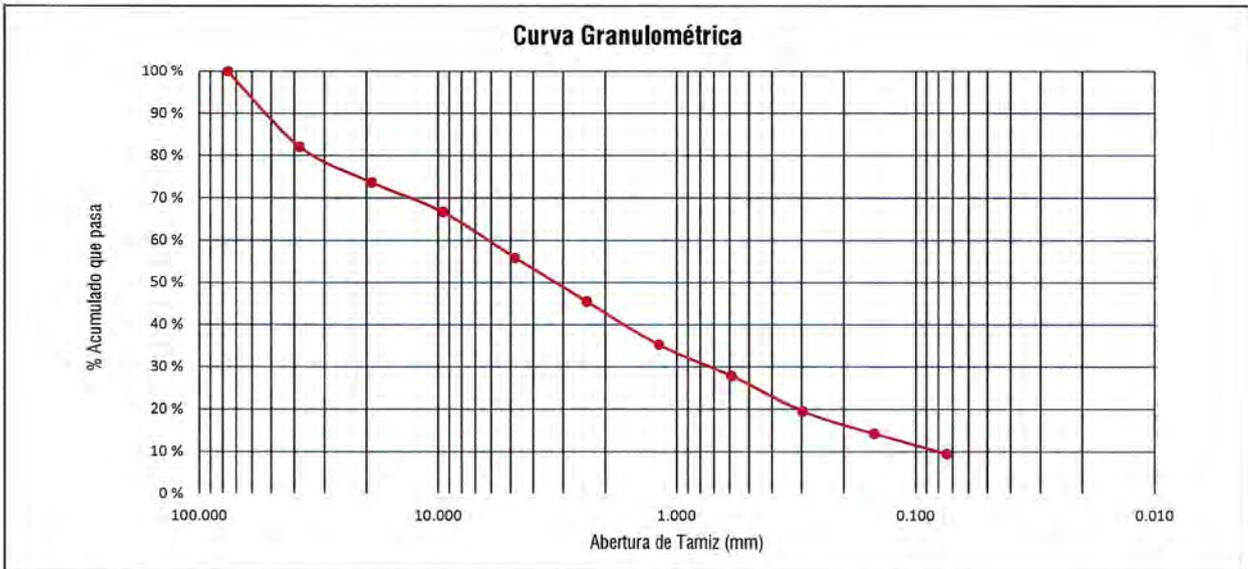
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023 Muestreado : Interesado
 Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
 Calicata : C-03 Profundidad : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 4000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 9.54
 PESO LAVADO SECO : 3661.81 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	715.72	17.89	17.89	82.11
3/4"	19.050	336.65	8.42	26.31	73.69
3/8"	9.525	280.46	7.01	33.32	66.68
No 4	4.760	432.23	10.81	44.13	55.87
No 8	2.380	416.09	10.40	54.53	45.47
No 16	1.190	408.67	10.22	64.75	35.25
No 30	0.590	296.61	7.42	72.16	27.84
No 50	0.297	331.87	8.30	80.46	19.54
No 100	0.149	212.25	5.31	85.76	14.24
No 200	0.074	188.04	4.70	90.46	9.54
> No 200	0.000	43.22	1.08	91.55	8.45
TOTAL		3661.81	91.55		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	55.87
% que pasa N° 200	9.54
L.L.	33.90
L.P.	27.43
I.P.	6.47
D10	-
D30	1.876
D60	9.345
Cu	-
w (%)	5.75
GRAVA (%)	44.13
ARENA (%)	46.34
FINOS (%)	9.54



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-2-4 (0)
 CLASIFICACIÓN SUCS : GW-GM GRAVA BIEN GRADUADA CON LIMO Y ARENA



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



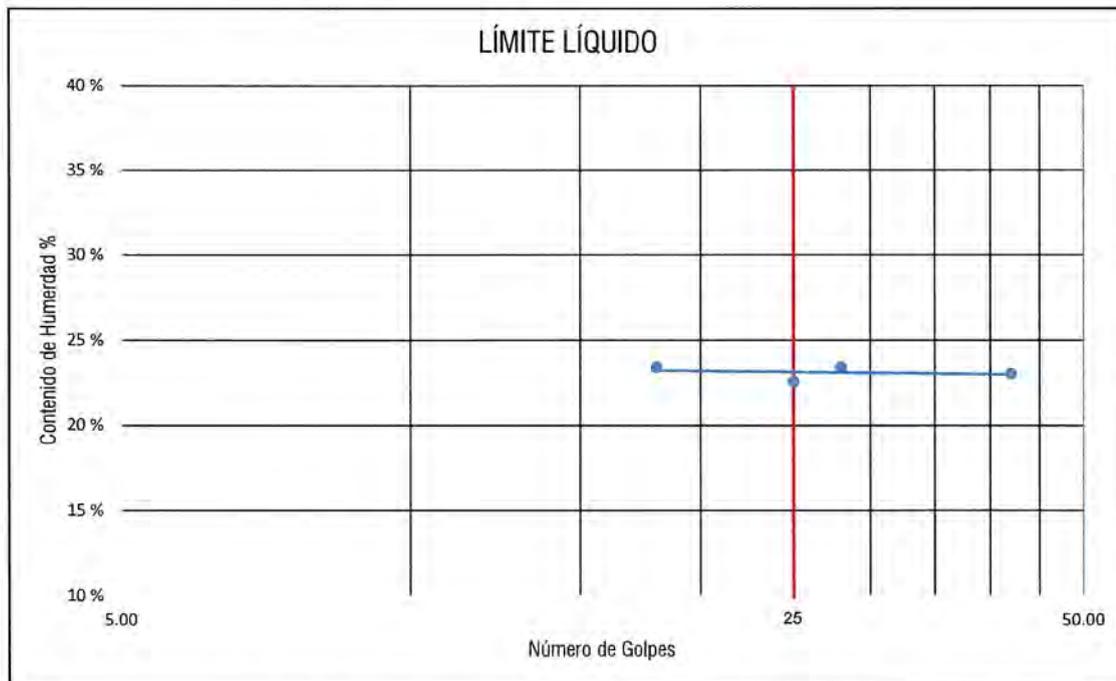
**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-01 **Profundidad** : 1.50 m

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 110 Y MTC E 111**

Ensayo Datos	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	5	6
Frasco N°						
N. De golpes	18	25	28	42	1	2
(1) Pfr + P.S.H. (g)	35.74	32.95	30.58	32.48	28.67	28.89
(2) Pfr + P.S.S. (g)	33.97	32.07	29.66	31.30	28.45	28.69
(3) Pagua (g) (1) - (2)	1.77	0.88	0.92	1.18	0.22	0.20
(4) Pfr (g)	26.41	28.17	25.73	26.18	27.52	27.79
(5) P.S.S. (g) (2) - (4)	7.56	3.90	3.93	5.12	0.93	0.90
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	23.41	22.56	23.41	23.05	23.66	22.22

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Límite Líquido (L.L.)	23.13	Límite Plástico (L.P.)	22.94	Índice de Plasticidad (I.P.)	0.19
------------------------------	--------------	-------------------------------	--------------	-------------------------------------	-------------



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



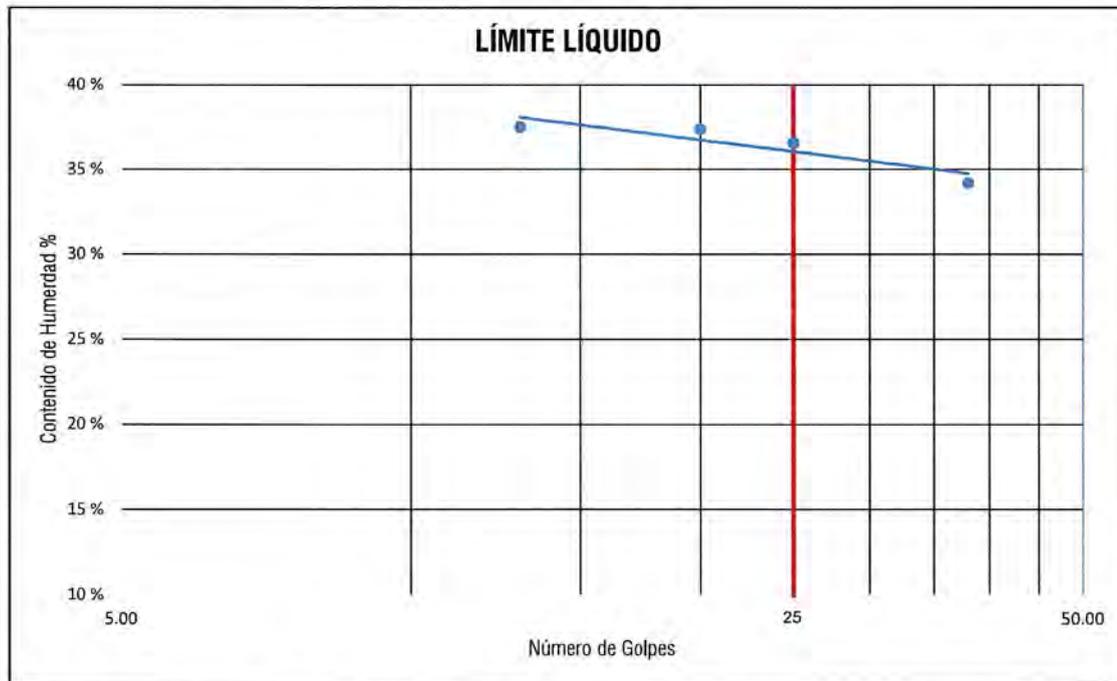
UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-02 **Profundidad** : 1.50 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 110 Y MTC E 111

Ensayo Datos	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	7	8	9	10	11	12
Frasco N°						
N. De golpes	13	20	25	38	1	2
(1) Pfr + P.S.H. (g)	32.65	29.65	31.10	27.20	28.54	28.93
(2) Pfr + P.S.S. (g)	30.88	28.23	29.18	26.14	28.35	28.73
(3) Pagua (g) (1) - (2)	1.77	1.42	1.92	1.06	0.19	0.20
(4) Pfr (g)	26.16	24.43	23.93	23.04	27.58	27.94
(5) P.S.S. (g) (2) - (4)	4.72	3.80	5.25	3.10	0.77	0.79
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	37.50	37.37	36.57	34.19	24.68	25.32

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Límite Líquido (L.L.)	36.06	Límite Plástico (L.P.)	25.00	Índice de Plasticidad (I.P.)	11.06
------------------------------	--------------	-------------------------------	--------------	-------------------------------------	--------------



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



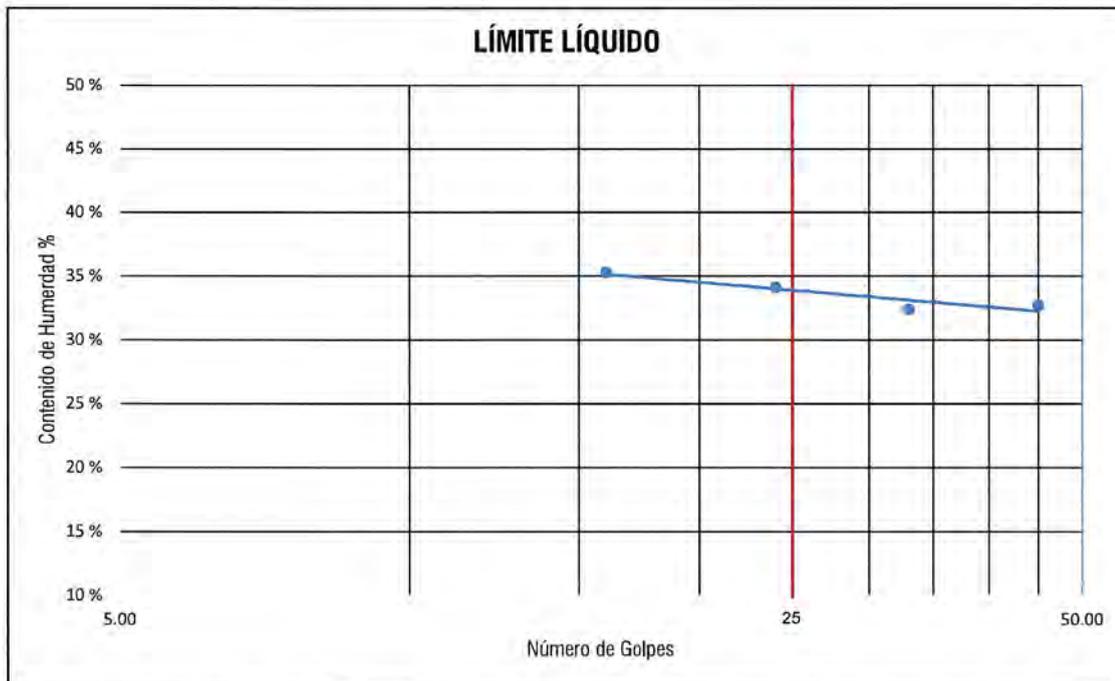
UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA, HUARAZ, ANCASH
Calicata : C-03 **Profundidad** : 1.50 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 110 Y MTC E 111

Ensayo Datos	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	13	14	15	16	17	18
Frasco N°	13	14	15	16	17	18
N. De golpes	16	24	33	45	1	2
(1) Pfr + P.S.H. (g)	34.42	35.23	37.50	34.89	28.69	27.97
(2) Pfr + P.S.S. (g)	32.44	32.80	35.07	32.87	28.48	27.73
(3) Pagua (g) (1) - (2)	1.98	2.43	2.43	2.02	0.21	0.24
(4) Pfr (g)	26.83	25.68	27.57	26.70	27.71	26.86
(5) P.S.S. (g) (2) - (4)	5.61	7.12	7.50	6.17	0.77	0.87
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	35.29	34.13	32.40	32.74	27.27	27.59

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Límite Líquido (L.L.)	33.90	Límite Plástico (L.P.)	27.43	Índice Plasticidad (I.P.)	6.47
------------------------------	--------------	-------------------------------	--------------	----------------------------------	-------------



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

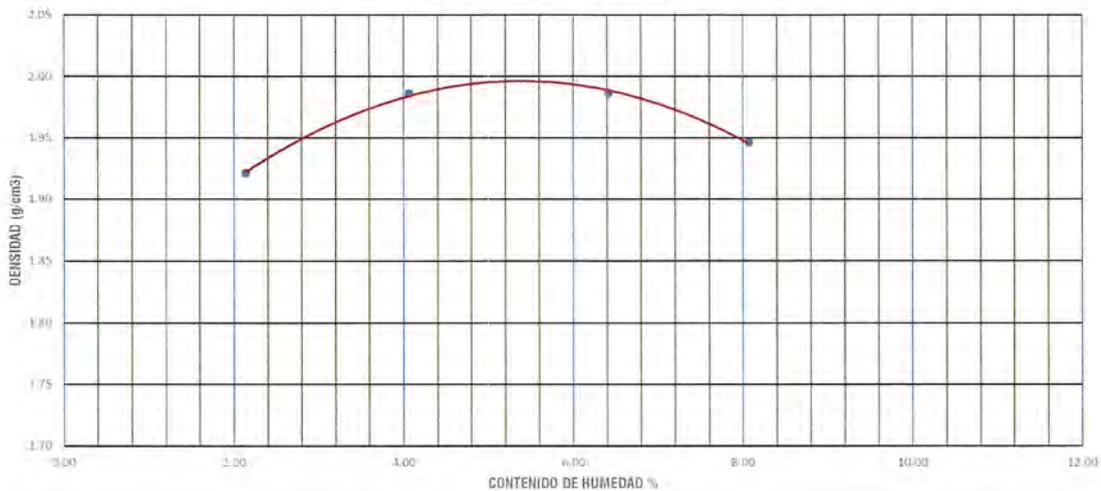
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023
 Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA
 Calicata : C-01
 Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
N° de muestra		1	2	3	4
N° de Capas		5	5	5	5
N° de Golpes		56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	6901	7122	7222	7199
3	Peso del Molde (g)	2748	2748	2748	2748
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	4153	4374	4474	4451
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	1.96	2.07	2.11	2.10
Tara		M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	65.47	58.78	63.24	67.21
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	64.6	57.35	60.78	63.92
8	Peso de la Tara (g)	23.92	22.18	22.45	23.15
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	0.87	1.43	2.46	3.29
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	40.68	35.17	38.33	40.77
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	2.14	4.07	6.42	8.07
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.92	1.99	1.99	1.95

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.00	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	5.17
---	------	---------------------------------	------



Facultad de Ingeniería
 Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo
 (Handwritten signature and date)



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

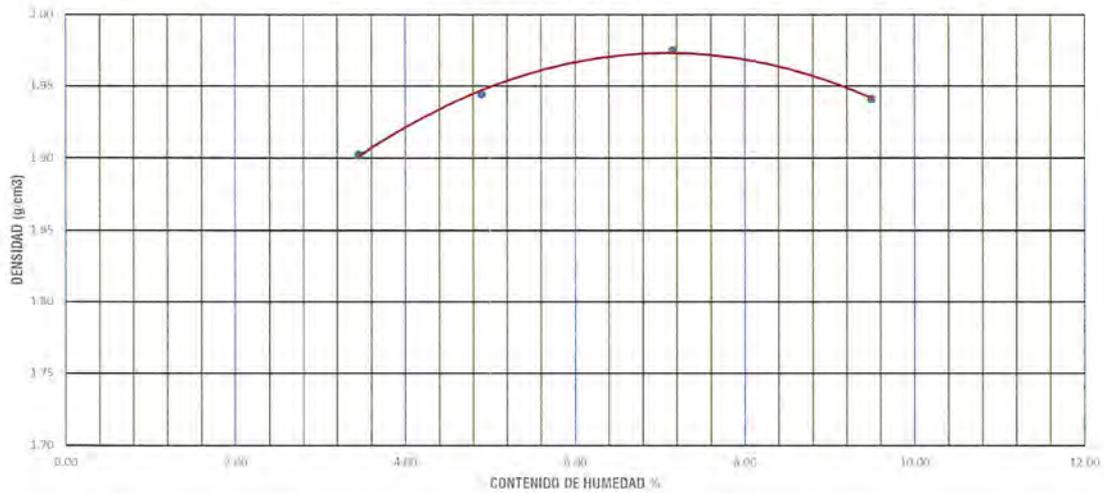
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023
 Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE, PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA
 Calicata : C-01

Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
N° de muestra		1	2	3	4
N° de Capas		5	5	5	5
N° de Golpes		56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	6912	7064	7226	7245
3	Peso del Molde (g)	2748	2748	2748	2748
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	4164	4316	4478	4497
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	1.97	2.04	2.12	2.13
Tara		M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	56.79	59.27	65.56	59.39
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	55.88	57.61	62.81	56.28
8	Peso de la Tara (g)	29.5	23.72	24.34	23.52
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	0.91	1.66	2.75	3.11
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	26.38	33.89	38.47	32.76
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	3.45	4.90	7.15	9.49
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.90	1.94	1.98	1.94

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.98	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	6.25
---	------	---------------------------------	------



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

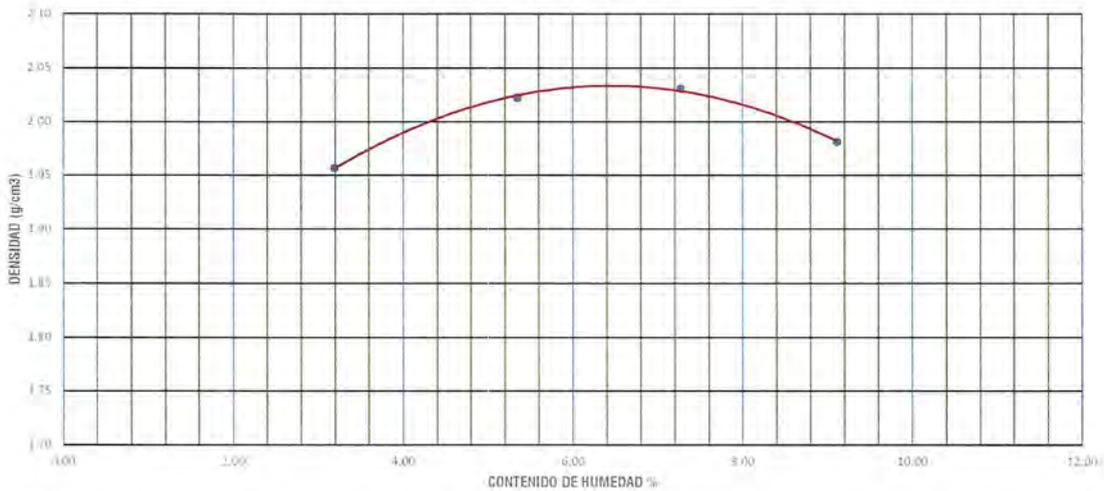
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023
 Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA
 Calicata : C-01
 Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
N° de muestra		1	2	3	4
N° de Capas		5	5	5	5
N° de Golpes		56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	7021	7256	7358	7322
3	Peso del Molde (g)	2748	2748	2748	2748
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	4273	4508	4610	4574
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	2.02	2.13	2.18	2.16
Tara		M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	57.82	62.39	64.15	65.27
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	56.79	60.31	61.31	61.73
8	Peso de la Tara (g)	24.53	21.4	22.24	22.88
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	1.03	2.08	2.84	3.54
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	32.26	38.91	39.07	38.85
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	3.19	5.35	7.27	9.11
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.96	2.02	2.03	1.98

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.03	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	6.23
---	------	---------------------------------	------



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO EUGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MAYO DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

Calicata : C-01 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1,50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	11,923.00	12,165.00	11,676.00	11,968.00	11,455.00	11,881.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	4,813.00	5,055.00	4,566.00	4,858.00	4,345.00	4,771.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.10	2.20	1.99	2.12	1.89	2.08
% Humedad	5.16	9.30	5.17	10.95	5.16	12.98
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	2.00	2.02	1.89	1.91	1.80	1.84
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	85.02	81.42	91.34	88.62	85.32	86.93
Recipiente + suelo seco	82.05	76.58	87.95	82.07	82.33	79.74
Peso del agua	2.97	4.84	3.40	6.55	2.99	7.19
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	57.52	52.05	65.71	59.83	57.98	55.39
% Humedad	5.16	9.30	5.17	10.95	5.16	12.98
Promedio de humedad	5.15	9.30	5.17	10.95	5.16	12.98

INMERSIÓN

Molde			1			2			3		
Fecha	Tiempo	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
27-Mar-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
28-Mar-21	24 h	11.00 am	15.60	0.152	0.100	18.40	0.179	0.118	24.80	0.242	0.160
29-Mar-21	48 h	11.00 am	18.30	0.178	0.118	20.30	0.198	0.131	26.10	0.254	0.168
30-Mar-21	72 h	11.00 am	19.20	0.187	0.124	21.20	0.207	0.136	27.50	0.268	0.177
31-Mar-21	96 h	11.00 am	19.90	0.194	0.128	22.00	0.215	0.142	28.60	0.279	0.184

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		125.00	6.37		104.00	5.30		88.00	4.48	
0.050		236.00	12.02		195.00	9.93		174.00	8.86	
0.075		458.00	23.33		385.00	19.61		310.00	15.79	
0.100	70.31	738.00	37.59	53.46	645.00	32.85	46.72	583.00	29.69	42.23
0.200	105.46	1,203.00	61.27	58.10	995.00	50.57	48.05	903.00	45.99	43.61



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ING. RAY

MAYO DEL 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Muestreado : INTERESADO

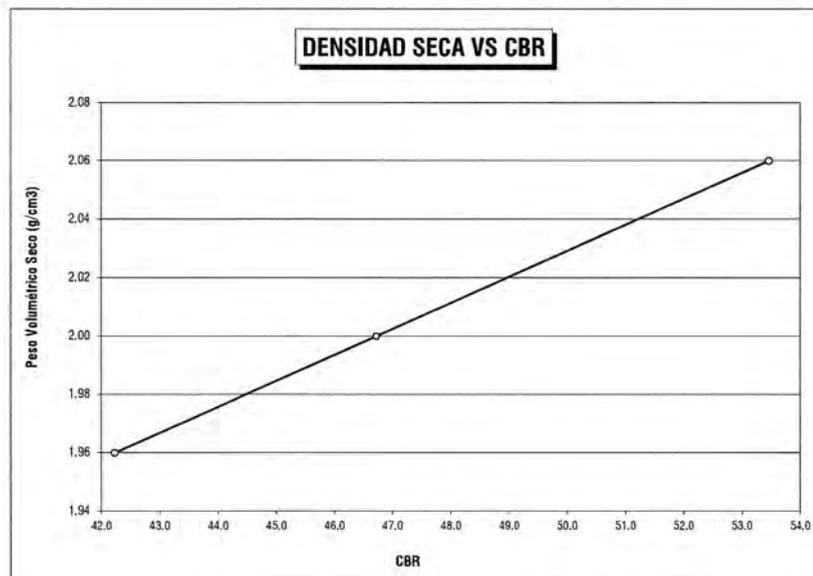
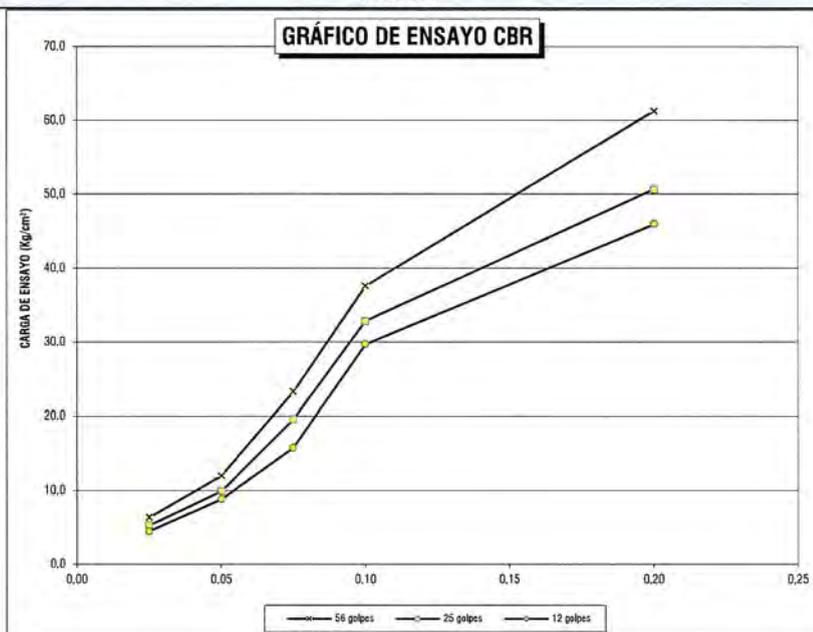
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

Calicata : C-01 (CON ADITIVO)

Profundidad : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132



CBR AL 100% DE MDS	53.46	%
CBR AL 95% DE MDS	42.23	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MAYO DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

Calicata : C-02 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)						
MTC E 132						

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	11,934.00	12,099.00	11,659.00	11,976.00	11,393.00	11,726.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	4,824.00	4,989.00	4,549.00	4,866.00	4,283.00	4,616.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.10	2.18	1.98	2.12	1.87	2.01
% Humedad	6.27	9.43	6.25	11.79	6.27	12.08
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	1.98	1.99	1.87	1.90	1.76	1.80
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	83.53	93.45	82.91	85.95	83.52	86.72
Recipiente + suelo seco	80.05	87.51	79.34	79.23	80.03	80.00
Peso del agua	3.48	5.94	3.57	6.72	3.49	6.72
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	55.52	62.98	57.10	56.99	55.68	55.65
% Humedad	6.27	9.43	6.25	11.79	6.27	12.08
Promedio de humedad	6.27	9.43	6.25	11.79	6.27	12.08

INMERSIÓN

Molde			1			2			3		
Fecha	Tiempo	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
27-Mar-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
28-Mar-21	24 h	11.00 am	10.10	0.098	0.065	12.50	0.122	0.080	15.30	0.149	0.098
29-Mar-21	48 h	11.00 am	12.60	0.123	0.081	13.70	0.134	0.088	17.20	0.168	0.111
30-Mar-21	72 h	11.00 am	14.50	0.141	0.093	15.50	0.151	0.100	18.20	0.177	0.117
31-Mar-21	96 h	11.00 am	16.10	0.157	0.104	17.20	0.168	0.111	19.10	0.186	0.123

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		156.00	7.94		121.00	6.16		102.00	5.19	
0.050		273.00	13.90		231.00	11.76		198.00	10.08	
0.075		523.00	26.64		456.00	23.22		396.00	20.17	
0.100	70.31	723.00	36.82	52.37	630.00	32.09	45.63	567.00	28.88	41.07
0.200	105.46	1,126.00	57.35	54.38	892.00	45.43	43.08	738.00	37.59	35.64





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Muestreado : INTERESADO

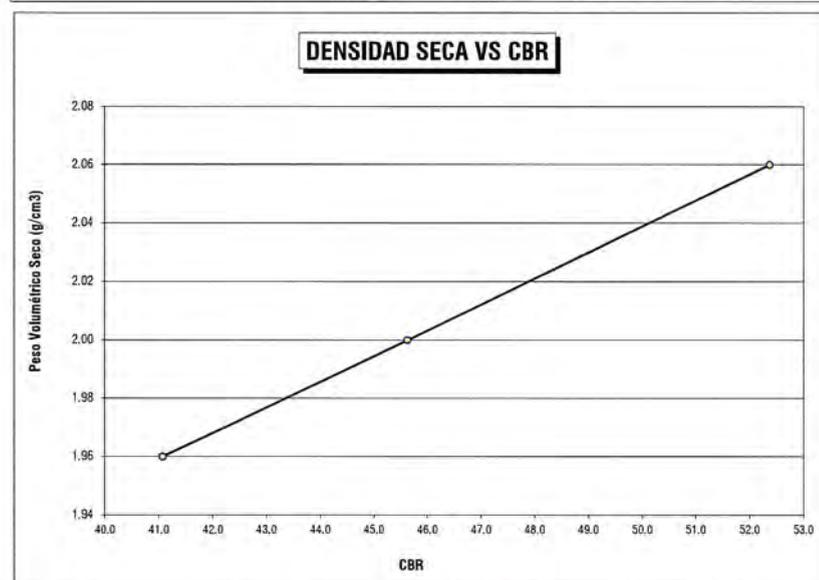
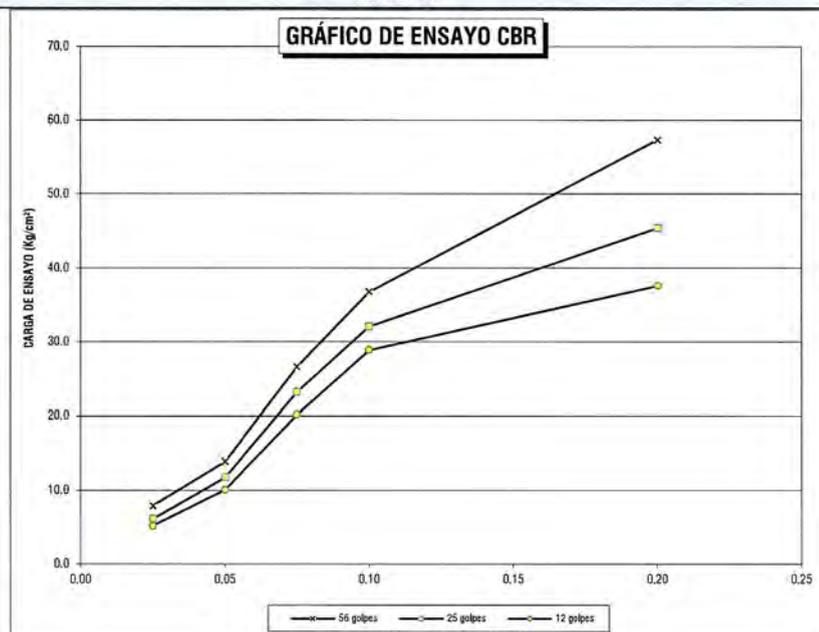
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

Calicata : C-02 (CON ADITIVO)

Profundidad : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132



CBR AL 100% DE MDS	52.37	%
CBR AL 95% DE MDS	41.07	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicitante : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MAYO DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

Calicata : C-03 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132

Molde	1		2		3	
	5		5		5	
Capas	56		25		12	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	12,043.00	12,194.00	11,789.00	12,035.00	11,548.00	11,905.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	4,933.00	5,084.00	4,679.00	4,925.00	4,438.00	4,795.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.15	2.22	2.04	2.15	1.94	2.09
% Humedad	6.21	8.93	6.22	10.16	6.22	12.04
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	2.03	2.04	1.92	1.95	1.82	1.87
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	94.43	91.24	85.10	83.62	82.63	86.14
Recipiente + suelo seco	90.34	85.77	81.42	77.96	79.22	79.50
Peso del agua	4.09	5.47	3.68	5.65	3.41	6.64
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	65.81	61.24	59.18	55.72	54.87	55.15
% Humedad	6.21	8.93	6.22	10.16	6.22	12.04
Promedio de humedad	6.21	8.93	6.22	10.16	6.22	12.04

INMERSIÓN

Molde	Fecha	Tiempo	Hora	1		2			3			
				Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
					mm.	%		mm.	%		mm.	%
	27-Mar-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	28-Mar-21	24 h	11.00 am	11.70	0.114	0.075	13.40	0.131	0.086	14.90	0.145	0.096
	29-Mar-21	48 h	11.00 am	13.30	0.130	0.086	15.10	0.147	0.097	17.40	0.170	0.112
	30-Mar-21	72 h	11.00 am	15.70	0.153	0.101	17.20	0.168	0.111	19.30	0.188	0.124
	31-Mar-21	96 h	11.00 am	16.80	0.164	0.108	19.60	0.191	0.126	20.70	0.202	0.133

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		156.00	7.94		112.00	5.70		93.00	4.74	
0.050		234.00	11.92		198.00	10.08		165.00	8.40	
0.075		523.00	26.64		483.00	24.60		421.00	21.44	
0.100	70.31	774.00	39.42	56.07	647.00	32.95	46.87	588.00	28.93	41.14
0.200	105.46	1,620.00	82.51	78.23	1,422.00	72.42	68.67	1,305.00	66.46	63.02



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

INC. - JULIO EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Muestreado : INTERESADO

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

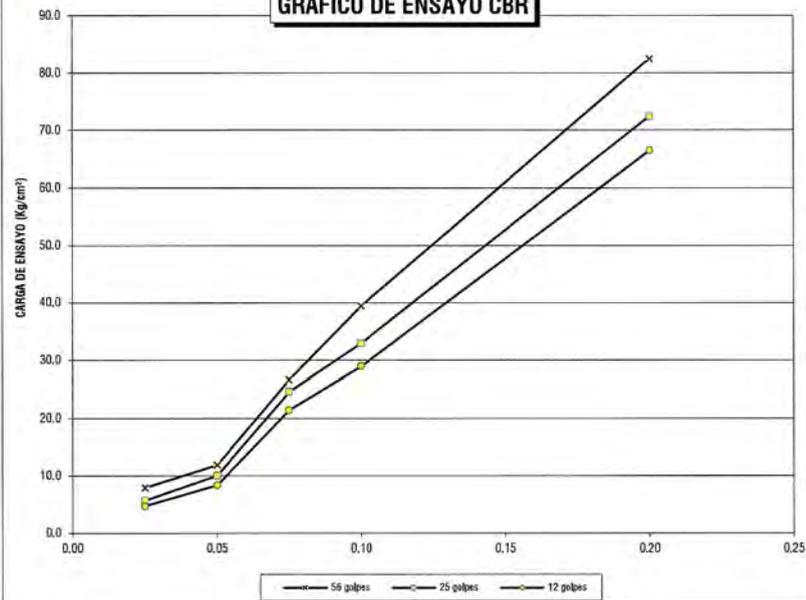
Calicata : C-03 (CON ADITIVO)

Profundidad : 1.50 m

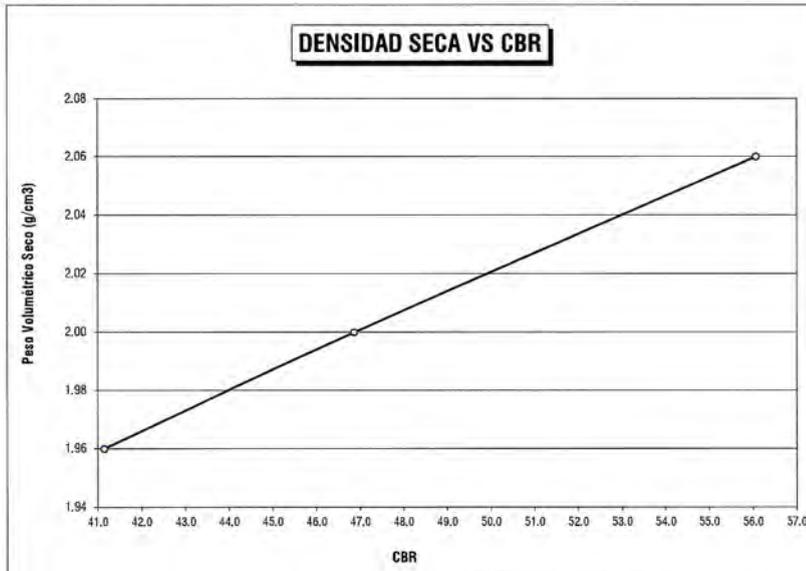
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

GRÁFICO DE ENSAYO CBR



DENSIDAD SECA VS CBR



CBR AL 100% DE MDS	56.07	%
CBR AL 95% DE MDS	41.14	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. JUAN FOGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

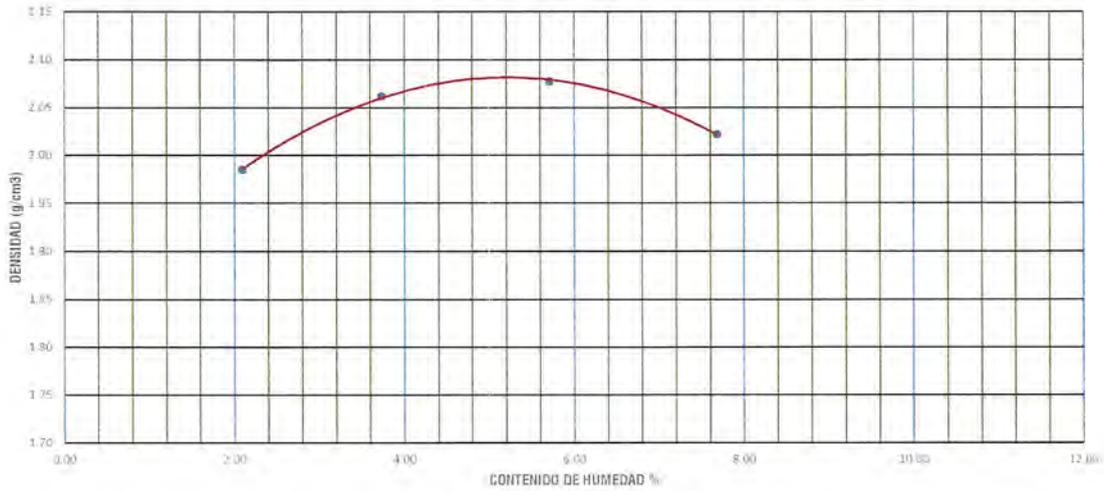
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023 Muestreado : Interesado
 Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA
 Calicata : C-01 (CON ADITIVO) Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
N° de muestra		1	2	3	4
N° de Capas		5	5	5	5
N° de Golpes		56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	7036	7274	7395	7355
3	Peso del Molde (g)	2748	2748	2748	2748
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	4288	4526	4647	4607
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	2.03	2.14	2.20	2.18
Tara		M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	52.56	63.89	61.15	64.93
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	51.97	62.39	59.06	61.95
8	Peso de la Tara (g)	23.78	22.18	22.45	23.15
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	0.59	1.50	2.09	2.98
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	28.19	40.21	36.61	38.80
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	2.09	3.73	5.71	7.68
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.98	2.06	2.08	2.02

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.08	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	4.80
---	------	---------------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 JEFATURA
 I.M.A. y P.
 ING. RAFAEL...
 MTC E 115



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

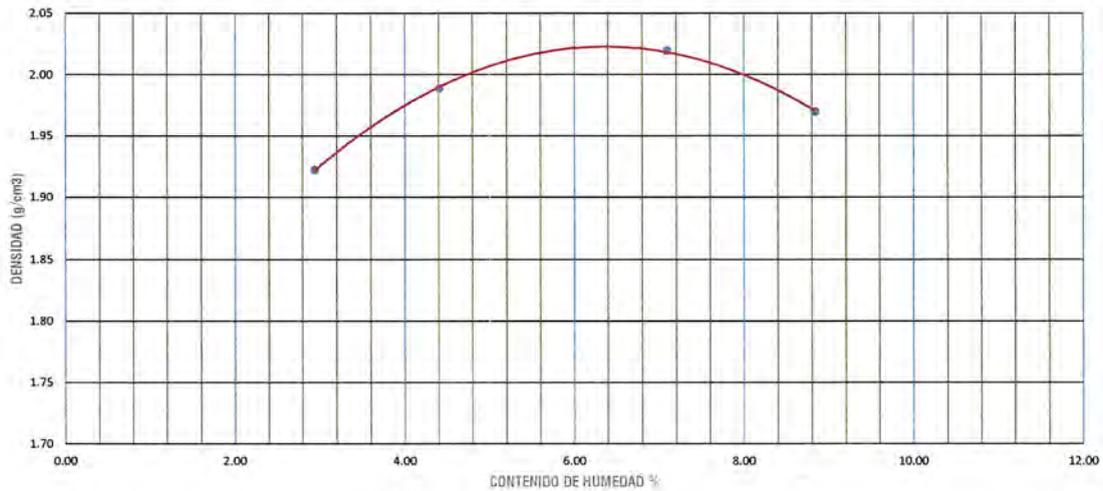
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA
Calicata : C-02 (CON ADITIVO)

Muestreado : Interesado
Profundidad : 1.50 m

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
MTC E 115**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
	N° de muestra	1	2	3	4
	N° de Capas	5	5	5	5
	N° de Golpes	56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	6936	7142	7325	7285
3	Peso del Molde (g)	2748	2748	2748	2748
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	4188	4394	4577	4537
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	1.98	2.08	2.16	2.14
	Tara	M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	56.14	64.67	68.73	54.07
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	55.38	62.94	65.79	51.59
8	Peso de la Tara (g)	29.51	23.72	24.34	23.52
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	0.76	1.73	2.94	2.48
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	25.87	39.22	41.45	28.07
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	2.94	4.41	7.09	8.84
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.92	1.99	2.02	1.97

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.02	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	5.82
--	-------------	--	-------------



**UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAÑO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

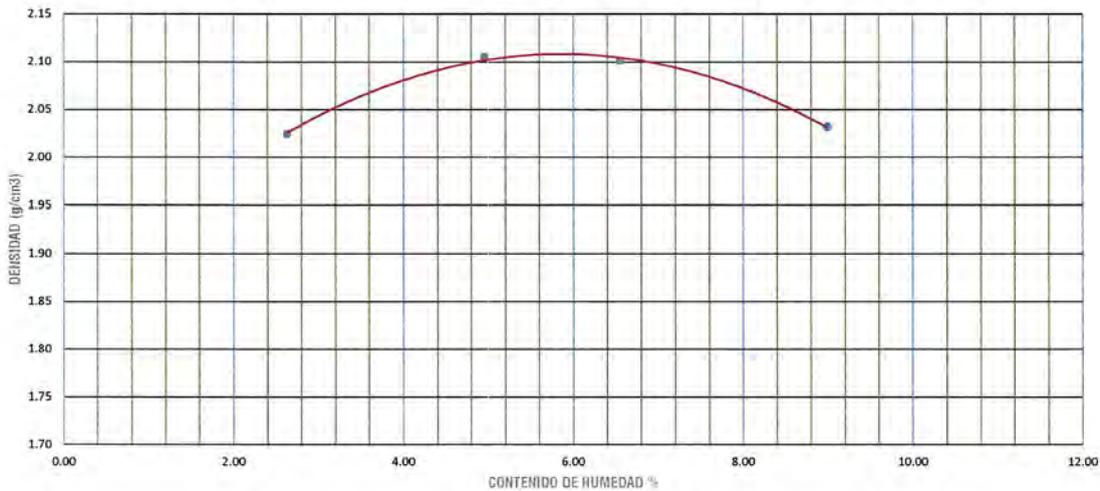
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023
 Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA
 Calicata : C-03 (CON ADITIVO)
 Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
	N° de muestra	5	5	5	5
	N° de Capas	56	56	56	56
	N° de Golpes	56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	7145	7423	7486	7434
3	Peso del Molde (g)	2748	2748	2748	2748
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	4397	4675	4738	4686
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	2.08	2.21	2.24	2.21
	Tara	M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	69.03	78.82	78.84	73.32
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	67.89	76.11	75.36	69.16
8	Peso de la Tara (g)	24.53	21.40	22.24	22.88
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	1.14	2.71	3.48	4.16
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	43.36	54.71	53.12	46.28
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	2.63	4.95	6.55	8.99
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.02	2.11	2.10	2.03

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.11	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	5.78
--	-------------	--	-------------



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

Calicata : C-01 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1.50 m

**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132**

Molde	1		2		3	
	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado		Saturado		No Saturado	
Peso molde + Suelo humt.	12,124.00	12,273.00	11,878.00	12,173.00	11,612.00	11,987.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	5,014.00	5,163.00	4,768.00	5,063.00	4,502.00	4,877.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.19	2.25	2.08	2.21	1.96	2.13
% Humedad	5.36	8.35	5.37	10.61	5.37	12.35
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	2.08	2.08	1.97	2.00	1.86	1.89
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	94.12	91.32	89.34	81.34	83.45	88.56
Recipiente + suelo seco	90.58	86.17	85.92	75.67	80.44	81.50
Peso del agua	3.54	5.15	3.42	5.67	3.01	7.06
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	66.05	61.64	63.68	53.43	56.09	57.15
% Humedad	5.36	8.35	5.37	10.61	5.37	12.35
Promedio de humedad	5.36	8.35	5.37	10.61	5.37	12.35

INMERSIÓN

Fecha	Tiempo	Hora	Dial	1		2			3		
				Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
20-Mar-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
21-Mar-21	24 h	11.00 am	18.50	0.180	0.119	19.70	0.192	0.127	21.00	0.205	0.135
22-Mar-21	48 h	11.00 am	20.30	0.198	0.131	21.50	0.210	0.138	23.20	0.226	0.149
23-Mar-21	72 h	11.00 am	22.70	0.221	0.146	23.60	0.230	0.152	25.10	0.245	0.162
24-Mar-21	96 h	11.00 am	23.80	0.232	0.153	25.80	0.252	0.166	26.50	0.258	0.171

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025	70.31	210.00	10.70	75.26	182.00	9.27	68.67	157.00	8.00	64.18
0.050		442.00	22.51		396.00	20.17		354.00	18.03	
0.075		856.00	43.60		767.00	39.06		693.00	35.29	
0.100		1,039.00	52.92		948.00	48.28		886.00	45.12	
0.200		1,688.00	85.97		1,532.00	78.02		1,422.00	72.42	



**UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**
ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

Calicata : C-01 (CON ADITIVO)

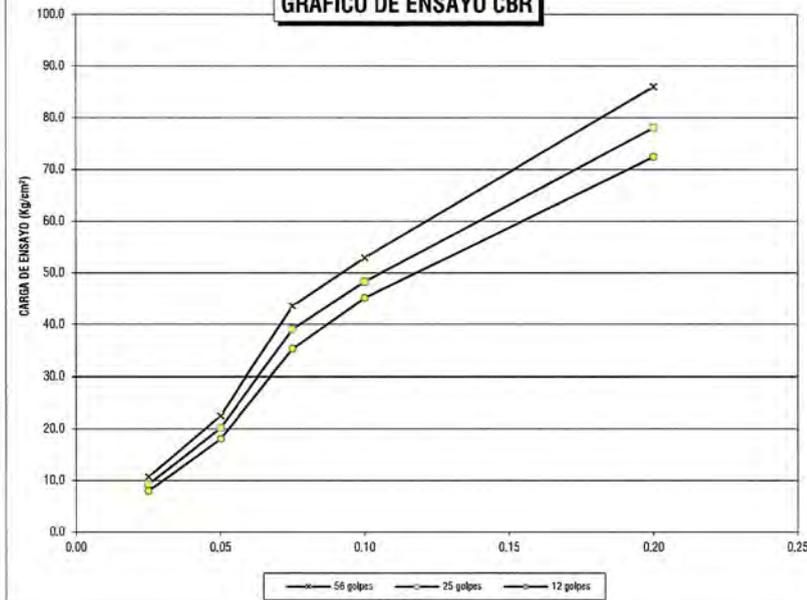
Muestreado : INTERESADO

Profundidad : 1,50 m

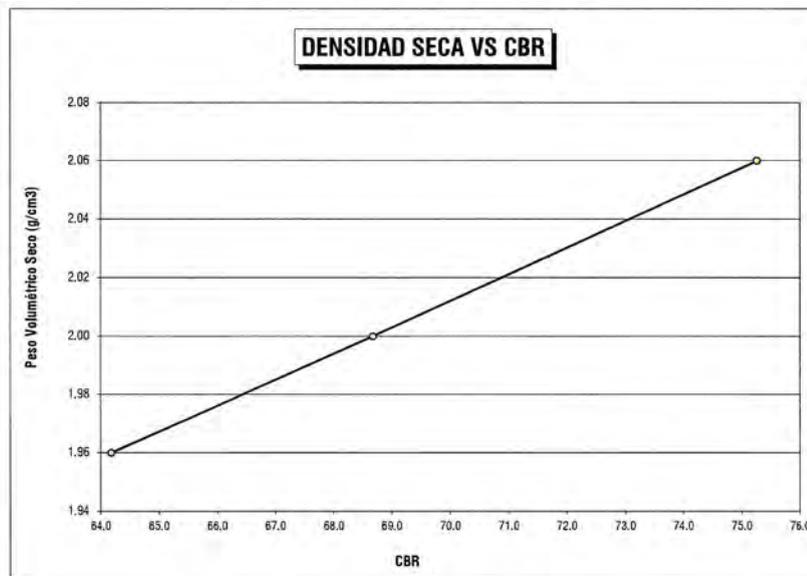
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

GRÁFICO DE ENSAYO CBR



DENSIDAD SECA VS CBR



CBR AL 100% DE MDS	75.26	%
CBR AL 95% DE MDS	64.18	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MIELGA LLO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYGANCHA

Calicata : C-02 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	11,983.00	12,142.00	11,744.00	11,987.00	11,423.00	11,732.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	4,873.00	5,032.00	4,634.00	4,877.00	4,313.00	4,622.00
Volumen del molde (cm3)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm3)	2.12	2.19	2.02	2.13	1.88	2.02
% Humedad	5.16	7.67	5.15	9.88	5.15	11.14
Peso Vol. Seco (g/cm3)	2.02	2.04	1.92	1.94	1.79	1.81
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	83.00	93.45	82.91	85.95	83.52	86.72
Recipiente + suelo seco	80.13	88.54	79.94	80.22	80.62	80.47
Peso del agua	2.87	4.91	2.97	5.73	2.90	6.25
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	55.60	64.01	57.70	57.98	56.27	56.12
% Humedad	5.16	7.67	5.15	9.88	5.15	11.14
Promedio de humedad	5.16	7.67	5.15	9.88	5.15	11.14

INMERSIÓN

Fecha	Tiempo	Hora	1			2			3		
			Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
20-Mar-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
21-Mar-21	24 h	11.00 am	14.60	0.142	0.094	16.50	0.161	0.106	18.20	0.177	0.117
22-Mar-21	48 h	11.00 am	16.30	0.159	0.105	18.30	0.178	0.118	20.50	0.200	0.132
23-Mar-21	72 h	11.00 am	18.20	0.177	0.117	20.50	0.200	0.132	22.40	0.218	0.144
24-Mar-21	96 h	11.00 am	19.30	0.188	0.124	23.40	0.228	0.151	24.80	0.242	0.160

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm2)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R	Carga Ensayo		C B R	Carga Ensayo		C B R
		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)	
0.025		156.00	7.94		121.00	6.16		89.00	4.53	
0.050		273.00	13.90		219.00	11.15		175.00	8.91	
0.075		523.00	26.64		453.00	23.07		378.00	19.25	
0.100	70.31	1,006.00	51.24	72.87	918.00	46.75	66.50	860.00	43.80	62.29
0.200	105.46	1,610.00	82.00	77.75	1,470.00	74.87	70.99	1,345.00	68.50	64.95



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Muestreado : INTERESADO

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

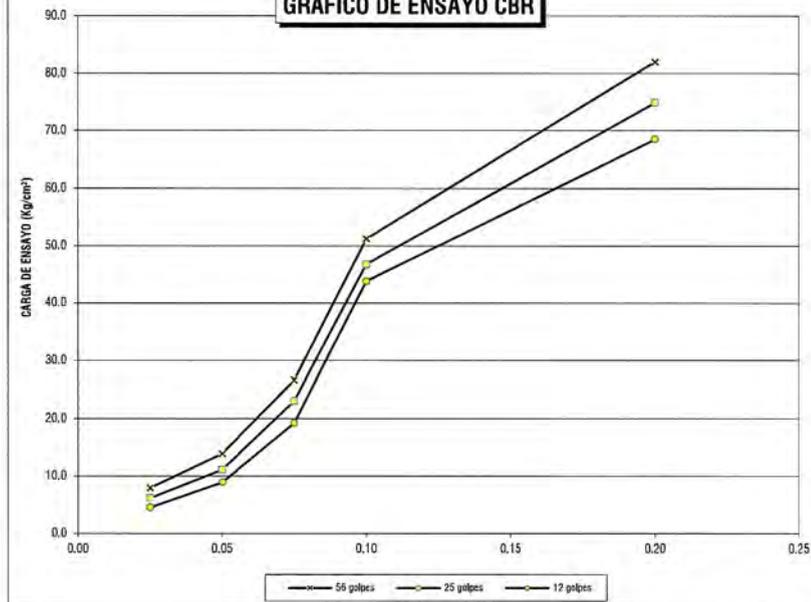
Calicata : C-02 (CON ADITIVO)

Profundidad : 1.50 m

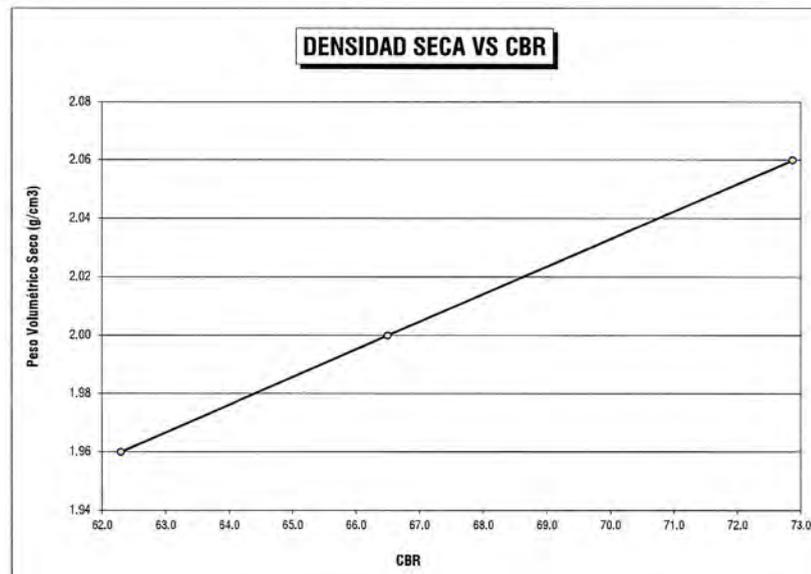
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

GRÁFICO DE ENSAYO CBR



DENSIDAD SECA VS CBR



CBR AL 100% DE MDS	72.87	%
CBR AL 95% DE MDS	62.29	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2022
Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO
Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA
Calicata : C-03 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	12,207.00	12,382.00	11,925.00	12,242.00	11,676.00	12,098.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	5,097.00	5,272.00	4,815.00	5,132.00	4,566.00	4,988.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.22	2.30	2.10	2.24	1.99	2.17
% Humedad	5.09	8.48	5.09	10.13	5.09	12.09
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	2.11	2.12	2.00	2.03	1.89	1.94
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	89.34	82.34	93.23	91.92	84.45	82.38
Recipiente + suelo seco	86.20	77.82	89.79	85.51	81.54	76.12
Peso del agua	3.14	4.52	3.44	6.41	2.91	6.26
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	61.67	53.29	67.55	63.27	57.19	51.77
% Humedad	5.09	8.48	5.09	10.13	5.09	12.09
Promedio de humedad	5.09	8.48	5.09	10.13	5.09	12.09

INMERSIÓN

Molde				1			2			3		
	Fecha	Tiempo	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
					mm.	%		mm.	%		mm.	%
	20-Mar-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	21-Mar-21	24 h	11.00 am	11.70	0.114	0.075	13.40	0.131	0.086	14.90	0.145	0.096
	22-Mar-21	48 h	11.00 am	13.30	0.130	0.086	15.10	0.147	0.087	17.40	0.170	0.112
	23-Mar-21	72 h	11.00 am	15.70	0.153	0.101	17.20	0.168	0.111	19.30	0.188	0.124
	24-Mar-21	96 h	11.00 am	16.80	0.164	0.108	19.60	0.191	0.126	20.70	0.202	0.133

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		156.00	7.94		112.00	5.70		93.00	4.74	
0.050		234.00	11.92		198.00	10.08		165.00	8.40	
0.075		645.00	32.85		567.00	28.88		467.00	23.78	
0.100	70.31	1,097.00	55.87	79.46	986.00	50.22	71.42	912.00	46.45	66.06
0.200	105.46	1,790.00	91.16	86.44	1,621.00	82.56	78.28	1,534.00	78.13	74.08



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MEL
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Lugar : AN-1184: EMP. PE-3N (PTE. PARIAC) – MACASHCA – ONCOYCANCHA

Calicata : C-03 (CON ADITIVO)

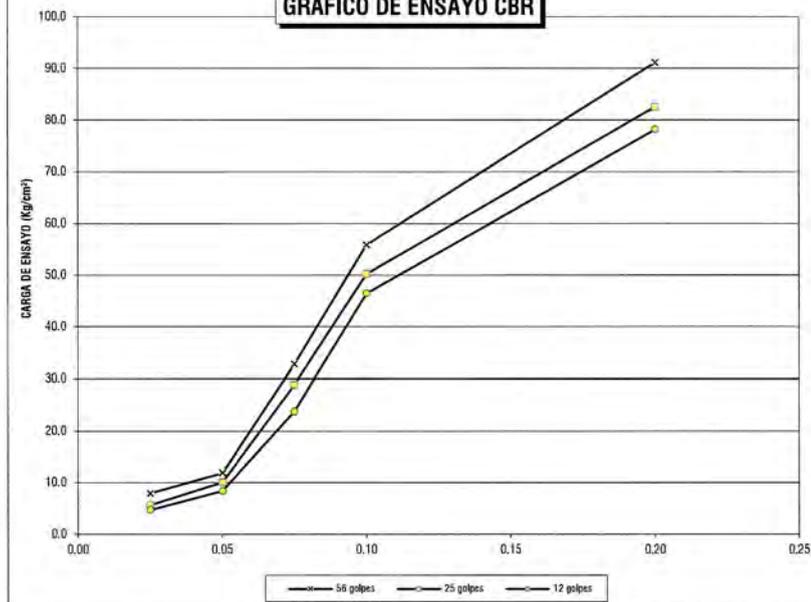
Muestreado : INTERESADO

Profundidad : 1.50 m

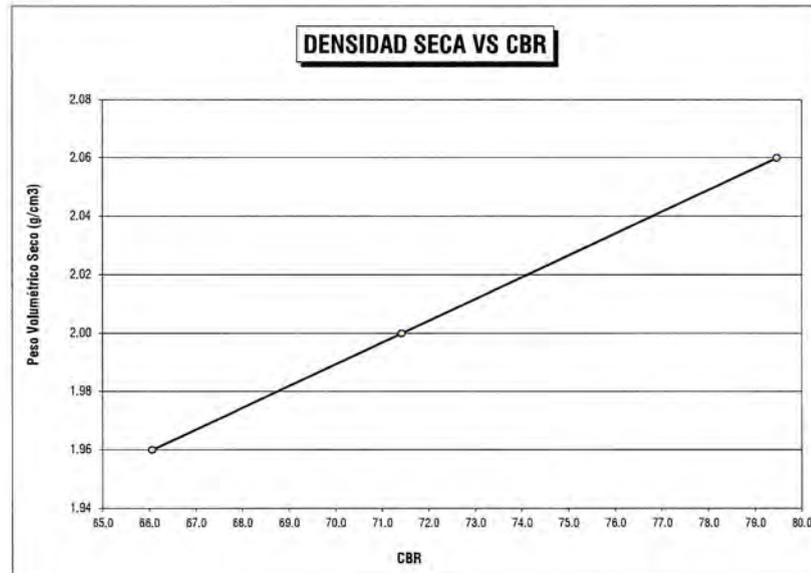
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

GRÁFICO DE ENSAYO CBR



DENSIDAD SECA VS CBR



CBR AL 100% DE MDS	79.46	%
CBR AL 95% DE MDS	66.06	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTRUCHO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-01
Muestreado : Interesado
Profundidad : 1.50 m

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108

Prueba			1	2	3	4
1	Masa del recipiente (g)	M1	22.64	24.83	24.32	23.23
2	Masa del recipiente + masa del suelo húmedo (g)	M2	84.66	91.27	88.97	89.10
3	Masa del recipiente + masa del suelo seco (g)	M3	84.48	91.09	88.79	88.92
4	Masa de agua (g) , (M2 - M3)	Mw	0.18	0.18	0.18	0.17
5	Masa del suelo seco (g) , (M3-M1)	Ms	61.84	66.25	64.47	65.69
6	Contenido de humedad (%) , ((Mw/Ms)x100)	ω	0.28%	0.27%	0.28%	0.26%

Humedad promedio (%)	0.27%
-----------------------------	--------------



UNA SAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ING. RAUL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN
: ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-02 **Profundidad** : 1.50 m

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108

Prueba			1	2	3	4
1	Masa del recipiente (g)	M1	29.55	23.72	22.87	23.53
2	Masa del recipiente + masa del suelo húmedo (g)	M2	105.05	98.72	103.53	95.44
3	Masa del recipiente + masa del suelo seco (g)	M3	104.91	98.58	103.38	95.32
4	Masa de agua (g) , (M2 - M3)	Mw	0.14	0.14	0.14	0.12
5	Masa del suelo seco (g) , (M3-M1)	Ms	75.36	74.87	80.51	71.79
6	Contenido de humedad (%) , ((Mw/Ms)x100)	ω	0.18%	0.18%	0.18%	0.16%

Humedad promedio (%) **0.18%**



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-03 **Profundidad** : 1.50 m

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108

Prueba			1	2	3	4
1	Masa del recipiente (g)	M1	25.47	23.40	23.24	24.44
2	Masa del recipiente + masa del suelo húmedo (g)	M2	75.43	77.27	80.15	75.48
3	Masa del recipiente + masa del suelo seco (g)	M3	72.79	74.35	77.16	72.62
4	Masa de agua (g) , (M2 - M3)	Mw	2.65	2.92	2.99	2.86
5	Masa del suelo seco (g) , (M3-M1)	Ms	47.32	50.95	53.91	48.19
6	Contenido de humedad (%) , ((Mw/Ms)x100)	ω	5.59%	5.74%	5.54%	5.93%

Humedad promedio (%) **5.70%**



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ING. RAÚL FERRAR CASTRILEJO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

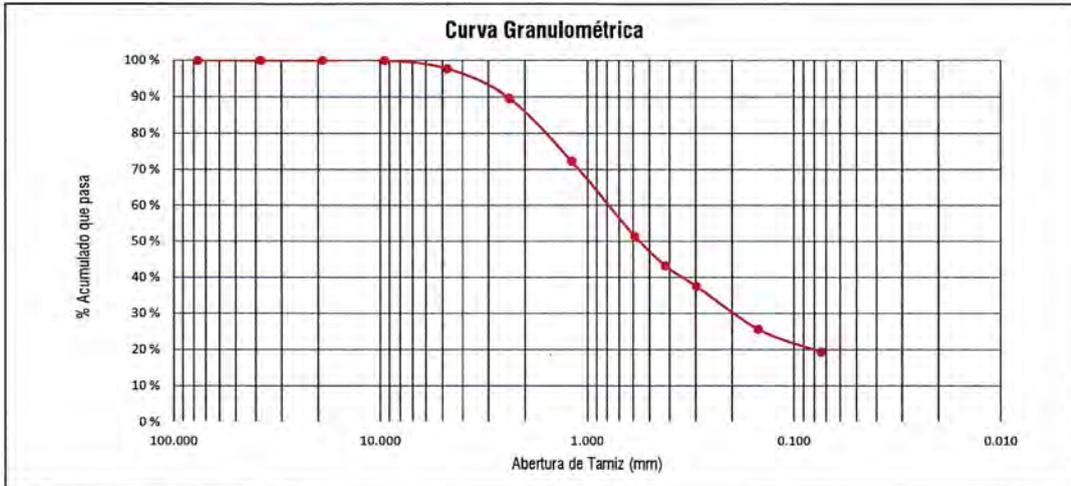
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023 Muestreado : Interesado
 Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-01 Profundidad : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 2000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 19.40
 PESO LAVADO SECO : 1620.29 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.760	46.31	2.32	2.32	97.68
No 8	2.380	161.21	8.06	10.38	89.62
No 16	1.190	346.74	17.34	27.71	72.29
No 30	0.590	416.31	20.82	48.53	51.47
No 40	0.420	165.06	8.25	56.78	43.22
No 50	0.297	113.42	5.67	62.45	37.55
No 100	0.149	237.51	11.88	74.33	25.67
No 200	0.074	125.44	6.27	80.60	19.40
> No 200	0.000	8.29	0.41	81.01	18.99
TOTAL		1620.29	81.01		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	97.68
% que pasa N° 200	19.40
L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP
D10	-
D30	0.120
D60	1.023
Cu	-
Cc	-
w (%)	0.27
GRAVA (%)	2.32
ARENA (%)	78.28
FINOS (%)	19.40



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-3 (0)
 CLASIFICACIÓN SUCS : SP ARENA MAL GRADUADA



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDUAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

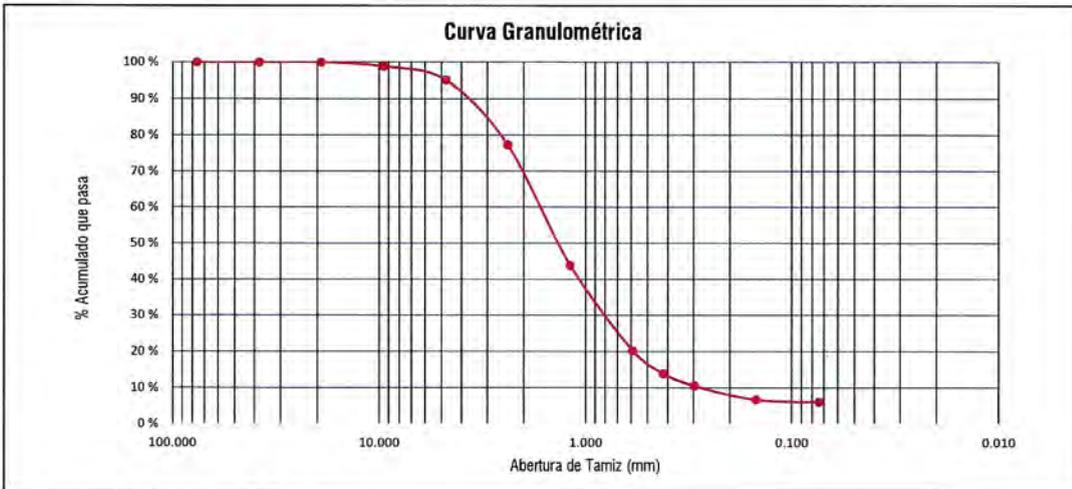
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-02 **Profundidad** : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 2000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 6.13
 PESO LAVADO SECO : 1878.52 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	24.11	1.21	1.21	98.79
No 4	4.760	74.55	3.73	4.93	95.07
No 8	2.380	354.74	17.74	22.67	77.33
No 16	1.190	668.93	33.45	56.12	43.88
No 30	0.590	472.45	23.62	79.74	20.26
No 40	0.420	125.29	6.26	86.00	14.00
No 50	0.297	68.55	3.43	89.43	10.57
No 100	0.149	75.59	3.78	93.21	6.79
No 200	0.074	13.28	0.66	93.87	6.13
> No 200	0.000	1.03	0.05	93.93	6.07
TOTAL		1878.52	93.93		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	95.07
% que pasa N° 200	6.13
L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP
D10	-
D30	1.040
D60	2.245
Cu	15.27
Cc	3.28
w (%)	0.18
GRAVA (%)	4.93
ARENA (%)	88.94
FINOS (%)	6.13



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-3 (0)
 CLASIFICACIÓN SUCS : SP ARENA MAL GRADUADA



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

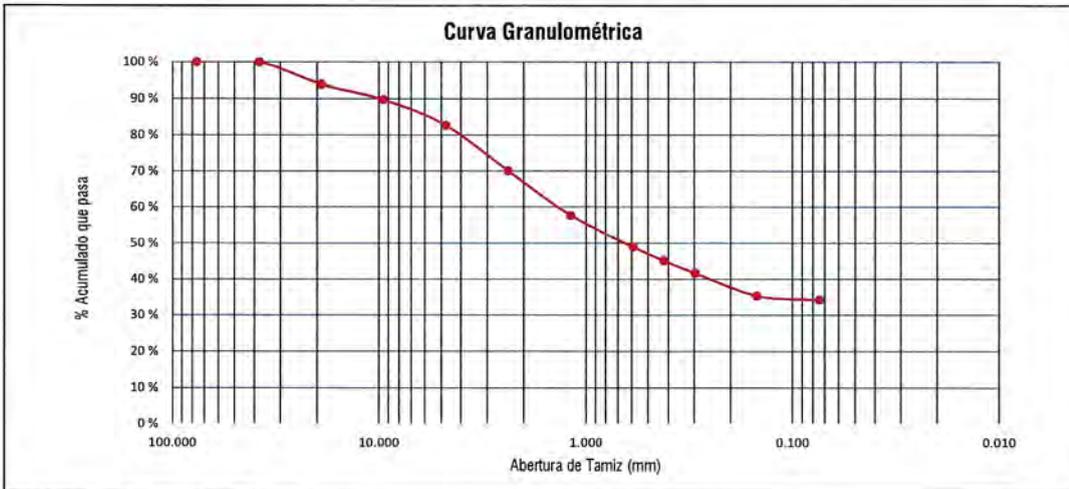
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023 Muestreado : Interesado
 Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-03 Profundidad : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 5000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 34.23
 PESO LAVADO SECO : 3296.46 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	304.71	6.09	6.09	93.91
3/8"	9.525	207.64	4.15	10.25	89.75
No 4	4.760	350.63	7.01	17.26	82.74
No 8	2.380	629.37	12.59	29.85	70.15
No 16	1.190	621.15	12.42	42.27	57.73
No 30	0.590	438.88	8.78	51.05	48.95
No 40	0.420	191.87	3.84	54.89	45.12
No 50	0.297	171.04	3.42	58.31	41.69
No 100	0.149	316.25	6.33	64.63	35.37
No 200	0.074	57.06	1.14	65.77	34.23
> No 200	0.000	7.86	0.16	65.93	34.07
TOTAL		3296.46	65.93		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	82.74
% que pasa N° 200	34.23
L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP
D10	-
D30	-
D60	2.139
Cu	-
Cc	-
w (%)	5.70
GRAVA (%)	17.26
ARENA (%)	48.51
FINOS (%)	34.23



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-2-4 (0)
 CLASIFICACION SUCS : GW-GM GRAVA BIEN GRADUADA CON LIMO Y ARENA





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

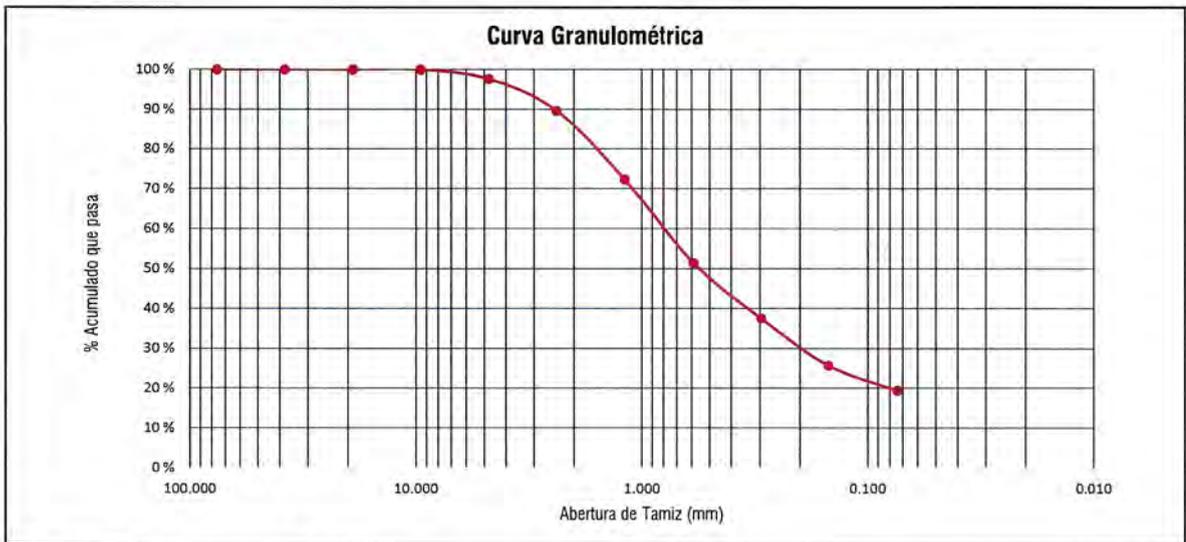
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-01 **Profundidad** : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 2000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 19.40
 PESO LAVADO SECO : 1620.29 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.760	46.31	2.32	2.32	97.68
No 8	2.380	161.21	8.06	10.38	89.62
No 16	1.190	346.74	17.34	27.71	72.29
No 30	0.590	416.31	20.82	48.53	51.47
No 50	0.297	278.48	13.92	62.45	37.55
No 100	0.149	237.51	11.88	74.33	25.67
No 200	0.074	125.44	6.27	80.60	19.40
> No 200	0.000	8.29	0.41	81.01	18.99
TOTAL		1620.29	81.01		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	97.68
% que pasa N° 200	19.40
L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP
D10	-
D30	0.120
D60	1.023
Cu	-
w (%)	0.27
GRAVA (%)	2.32
ARENA (%)	78.28
FINOS (%)	19.40



CLASIFICACIÓN AASHTO A-3 (0)
 CLASIFICACION SUGS SP ARENA MAL GRADUADA



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL LUGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

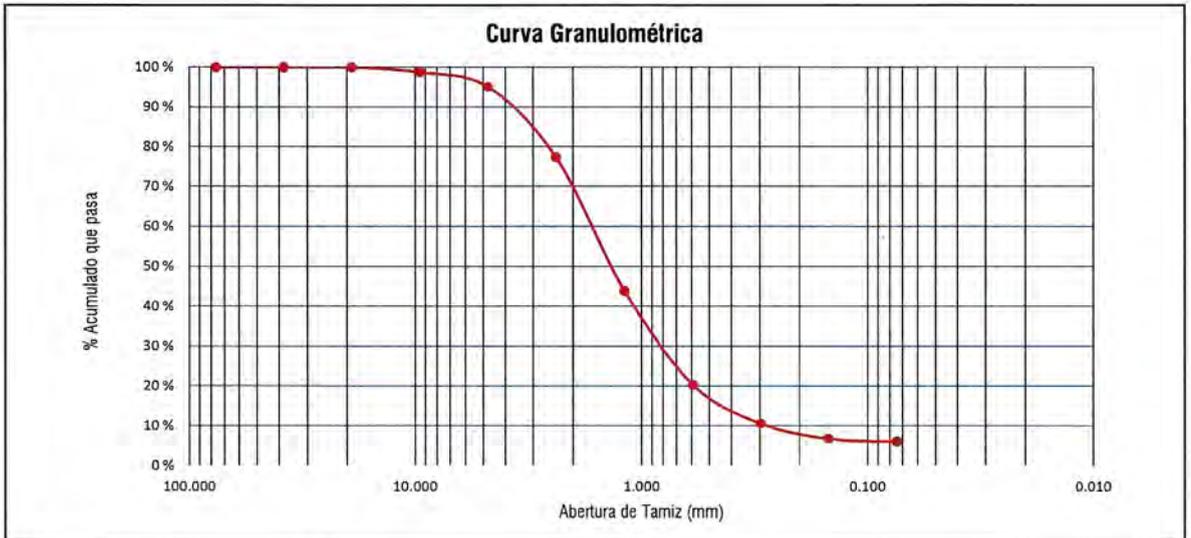
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-02 **Profundidad** : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 2000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 6.13
 PESO LAVADO SECO : 1878.52 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	24.11	1.21	1.21	98.79
No 4	4.760	74.55	3.73	4.93	95.07
No 8	2.380	354.74	17.74	22.67	77.33
No 16	1.190	668.93	33.45	56.12	43.88
No 30	0.590	472.45	23.62	79.74	20.26
No 50	0.297	193.84	9.69	89.43	10.57
No 100	0.149	75.59	3.78	93.21	6.79
No 200	0.074	13.28	0.66	93.87	6.13
> No 200	0.000	1.03	0.05	93.93	6.07
TOTAL		1878.52	93.93		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	95.07
% que pasa N° 200	6.13
L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP
D10	-
D30	1.040
D60	2.245
Cu	-
w (%)	0.18
GRAVA (%)	4.93
ARENA (%)	88.94
FINOS (%)	6.13



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-3 (0)
 CLASIFICACION SUCS : SP ARENA MAL GRADUADA



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDUARDO CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

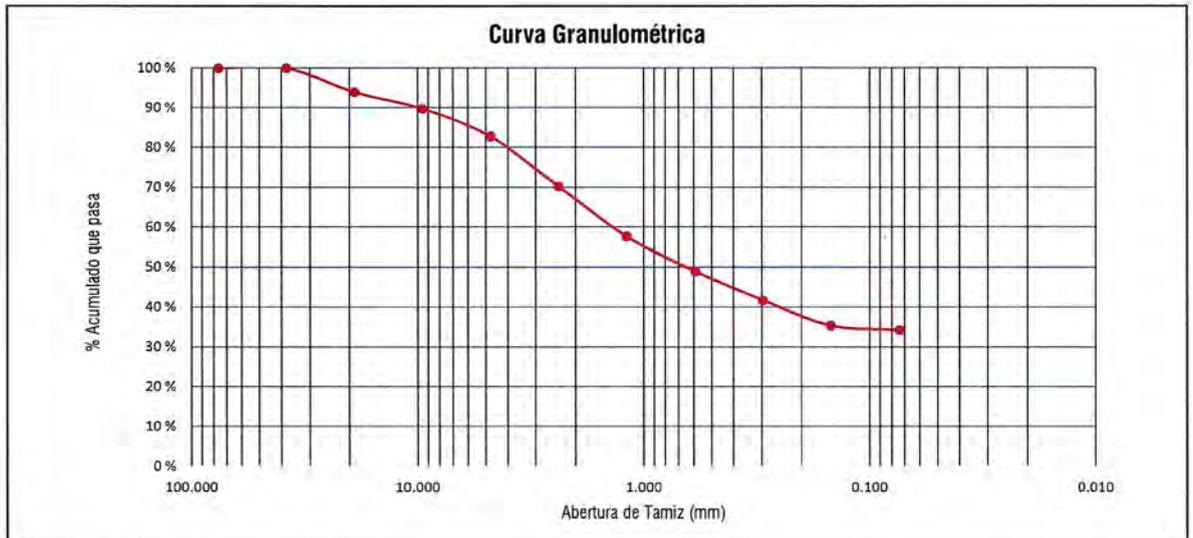
Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023 Muestreado : Interesado
 Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-03 Profundidad : 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107

PESO INICIAL SECO : 5000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 34.23
 PESO LAVADO SECO : 0.00 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	304.71	6.09	6.09	93.91
3/8"	9.525	207.64	4.15	10.25	89.75
No 4	4.760	350.63	7.01	17.26	82.74
No 8	2.380	629.37	12.59	29.85	70.15
No 16	1.190	621.15	12.42	42.27	57.73
No 30	0.590	438.88	8.78	51.05	48.95
No 50	0.297	362.91	7.26	58.31	41.69
No 100	0.149	316.25	6.33	64.63	35.37
No 200	0.074	57.06	1.14	65.77	34.23
> No 200	0.000	7.86	0.16	65.93	34.07
TOTAL		3296.46	65.93		

RESUMEN DE DATOS	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N° 4	82.74
% que pasa N° 200	34.23
L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP
D10	-
D30	-
D60	2.139
Cu	-
w (%)	5.70
GRAVA (%)	17.26
ARENA (%)	48.51
FINOS (%)	34.23



CLASIFICACIÓN AASHTO : A-2-4 (0)
 CLASIFICACION SUCS : GW-GM GRAVA BIEN GRADUADA CON LIMO Y ARENA

UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 JEPATURA LMS y P
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



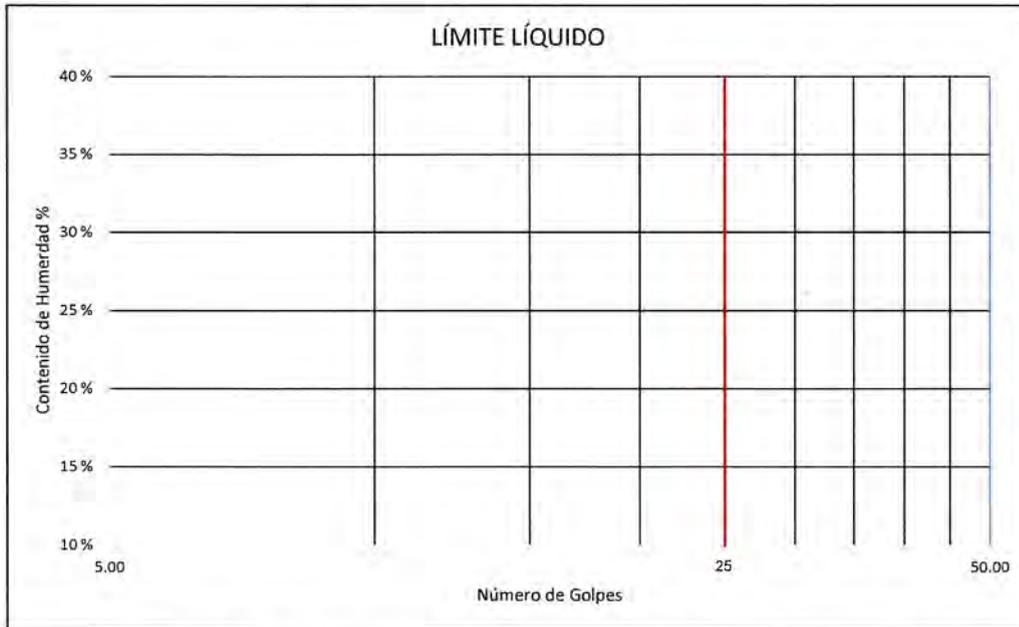
**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : 16/03/2023 **Muestreado** : Interesado
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA,
 ANCASH
Calicata : C-01 **Profundidad** : 1.50 m

**LIMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 110 Y MTC E 111**

Ensayo Datos	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	Frasco N°					
N. De golpes						
(1) Pfr + P.S.H. (g)						
(2) Pfr+ P.S.S. (g)						
(3) Pagua (g) (1) - (2)						
(4) Pfr (g)						
(5) P.S.S. (g) (2) - (4)						
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)						

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Límite Líquido(L.L.)	NP	Límite Plástico (L.P.)	NP	Índice de Plasticidad (I.P.)	NP
-----------------------------	-----------	-------------------------------	-----------	-------------------------------------	-----------

UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : 16/03/2023 **Muestreado** : Interesado

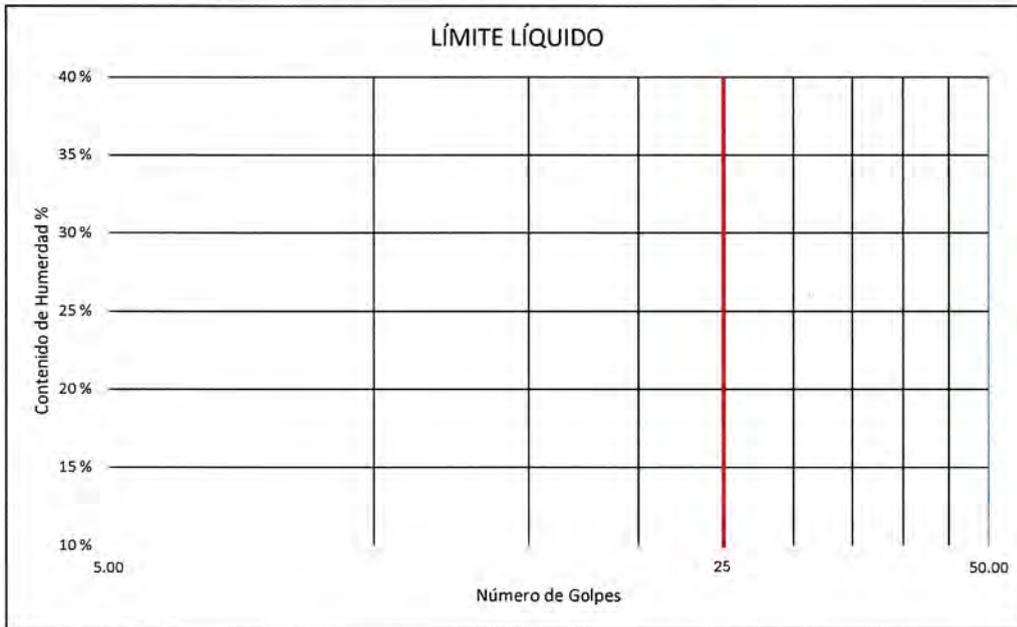
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA,

Calicata : C-02 **Profundidad** : 1.50 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 110 Y MTC E 111

Ensayo Datos	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Frasco N°						
N. De golpes						
(1) Pfr + P.S.H. (g)						
(2) Pfr + P.S.S. (g)						
(3) Pagua (g) (1) - (2)						
(4) Pfr (g)						
(5) P.S.S. (g) (2) - (4)						
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)						

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Límite Líquido (L.L.)	NP	Límite Plástico (L.P.)	NP	Índice de Plasticidad (I.P.)	NP
------------------------------	-----------	-------------------------------	-----------	-------------------------------------	-----------



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA

Fecha : 16/03/2023 **Muestreado** : Interesado

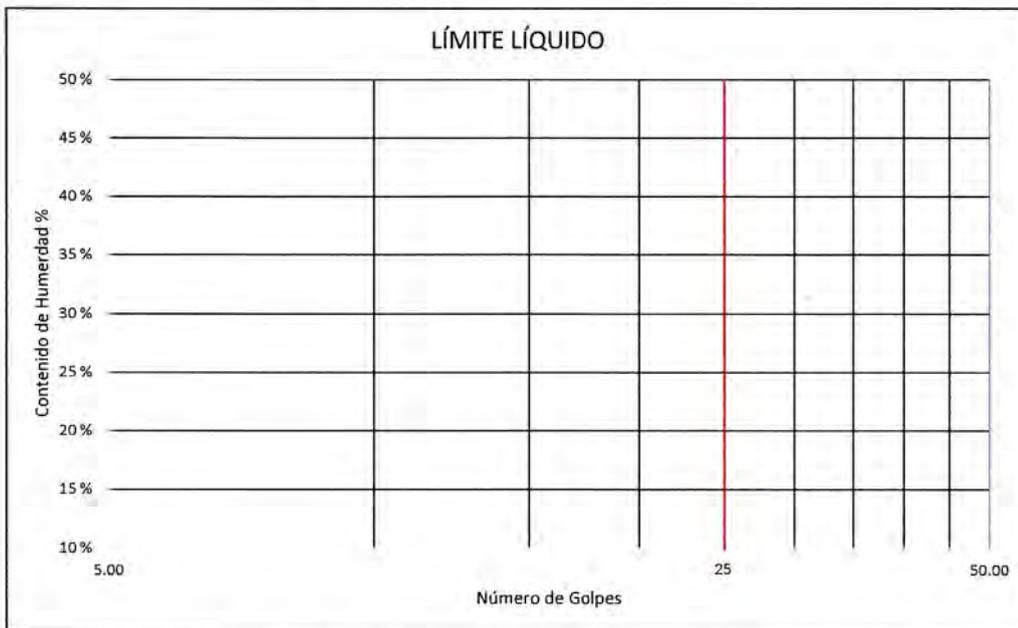
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH

Calicata : C-03 **Profundidad** : 1.50 m

LÍMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 110 Y MTC E 111

Ensayo Datos	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Frasco N°						
N. De golpes						
(1) Pfr + P.S.H. (g)						
(2) Pfr+ P.S.S. (g)						
(3) Pagua (g) (1) - (2)						
(4) Pfr (g)						
(5) P.S.S. (g) (2) - (4)						
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)						

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Límite Líquido (L.L.)	NP	Límite Plástico (L.P.)	NP	Índice Plasticidad (I.P.)	NP
------------------------------	-----------	-------------------------------	-----------	----------------------------------	-----------



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ING. RAÚL EDUARDO CASTELLANO MELGAREJO
JEFE DEL LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

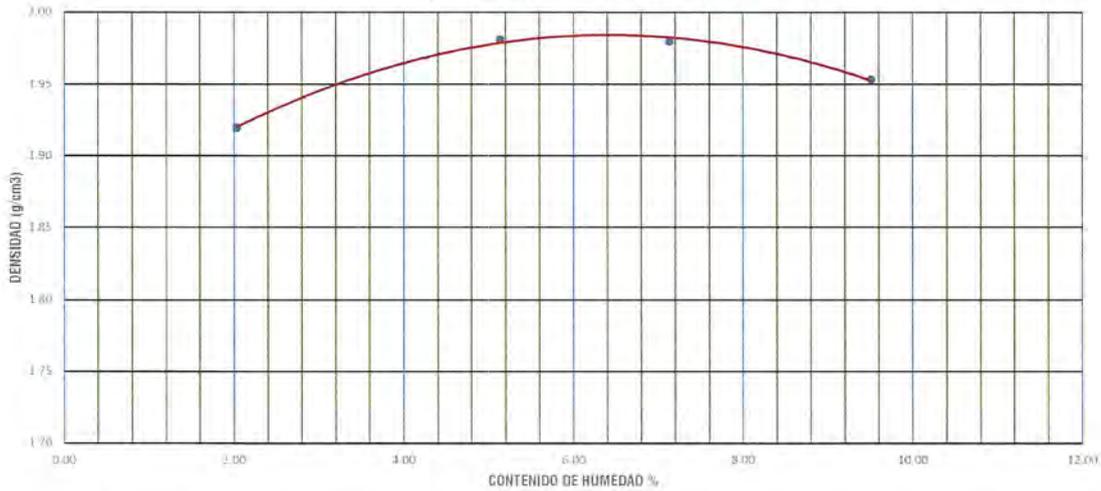
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023
 Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-01
 Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
	N° de muestra	1	2	3	4
	N° de Capas	5	5	5	5
	N° de Golpes	56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	941.91	941.91	941.91	941.91
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	3785	3902	3938	3955
3	Peso del Molde (g)	1940	1940	1940	1940
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	1845	1962	1998	2015
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	1.96	2.08	2.12	2.14
	Tara	M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	51.01	56.06	67.91	76.30
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	50.42	54.52	65.01	71.67
8	Peso de la Tara (g)	21.38	24.54	24.34	22.98
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	0.59	1.54	2.9	4.63
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	29.04	29.98	40.67	48.69
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	2.03	5.14	7.13	9.51
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.92	1.98	1.98	1.95

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.99	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	5.95
---	------	---------------------------------	------





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

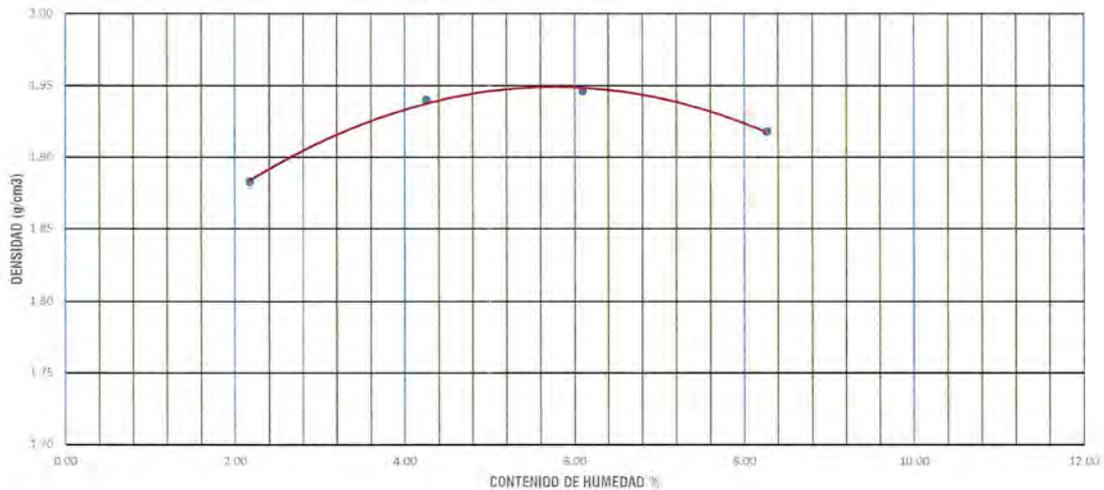
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023
 Lugar : AN-1044; EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-02
 Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
	N° de muestra	5	5	5	5
	N° de Capas	5	5	5	5
	N° de Golpes	56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm3)	941.91	941.91	941.91	941.91
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	3752	3845	3885	3896
3	Peso del Molde (g)	1940	1940	1940	1940
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	1812	1905	1945	1956
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm3)	1.92	2.02	2.06	2.08
	Tara	M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	70.24	74.06	67.14	81.07
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	69.22	71.99	64.74	77.13
8	Peso de la Tara (g)	22.22	23.32	25.38	29.47
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	1.02	2.07	2.4	3.94
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	47	48.67	39.36	47.66
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	2.17	4.25	6.10	8.27
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm3)	1.88	1.94	1.95	1.92

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.95	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	5.20
------------------------------	------	---------------------------------	------





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

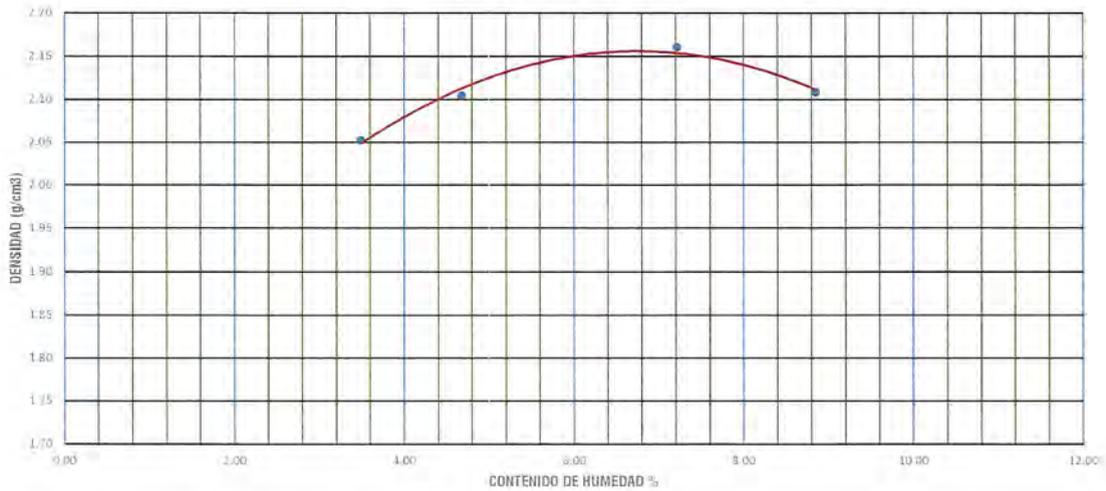
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023
 Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-03
 Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
N° de muestra		1	2	3	4
N° de Capas		5	5	5	5
N° de Golpes		56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	941.91	941.91	941.91	941.91
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	3941	4015	4122	4102
3	Peso del Molde (g)	1940	1940	1940	1940
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	2001	2075	2182	2162
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	2.12	2.20	2.32	2.30
Tara		M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	91.85	101.75	64.15	113.97
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	89.58	98.38	61.33	106.88
8	Peso de la Tara (g)	24.53	26.35	22.24	26.73
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	2.27	3.37	2.82	7.09
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	65.05	72.03	39.09	80.15
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	3.49	4.68	7.21	8.85
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.05	2.10	2.16	2.11

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.16	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	6.06
---	------	---------------------------------	------



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-01 **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	11,938.00	12,067.00	11,724.00	11,965.00	11,425.00	11,743.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	4,828.00	4,957.00	4,614.00	4,855.00	4,315.00	4,633.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.11	2.16	2.01	2.12	1.88	2.02
% Humedad	5.95	7.43	5.94	9.45	5.96	10.96
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	1.99	2.01	1.90	1.93	1.78	1.82
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	87.92	87.98	86.27	82.91	83.24	89.03
Recipiente + suelo seco	84.36	83.59	82.68	77.67	79.93	82.64
Peso del agua	3.56	4.39	3.59	5.24	3.31	6.39
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	59.83	59.06	60.44	55.43	55.58	58.29
% Humedad	5.95	7.43	5.94	9.45	5.96	10.96
Promedio de humedad	5.95	7.43	5.94	9.45	5.96	10.96

INMERSIÓN

Molde			1			2			3		
Fecha	Tiempo	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
17-Abr-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
18-Abr-21	24 h	11.00 am	25.20	0.246	0.162	26.40	0.257	0.170	30.70	0.299	0.198
19-Abr-21	48 h	11.00 am	27.40	0.267	0.176	27.90	0.272	0.180	31.40	0.306	0.202
20-Abr-21	72 h	11.00 am	29.50	0.288	0.190	30.60	0.298	0.197	32.80	0.320	0.211
21-Abr-21	96 h	11.00 am	31.60	0.308	0.203	31.20	0.304	0.201	34.50	0.336	0.222

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		61.00	3.11		46.00	2.34		34.00	1.73	
0.050		102.00	5.19		82.00	4.18		74.00	3.77	
0.075		158.00	8.05		130.00	6.62		110.00	5.60	
0.100	70.31	277.00	14.11	20.06	224.00	11.41	16.23	190.00	9.68	13.76
0.200	105.46	504.00	25.67	24.34	394.00	20.07	19.03	308.00	15.69	14.87



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

JEFATURA INGENIERÍA
 LNS y P
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Muestreado : INTERESADO

Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH

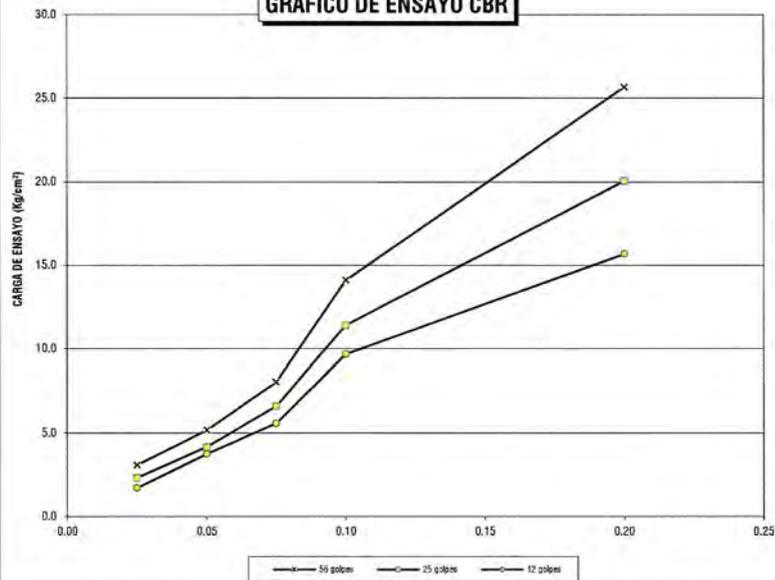
Calicata : C-01

Profundidad : 1.50 m

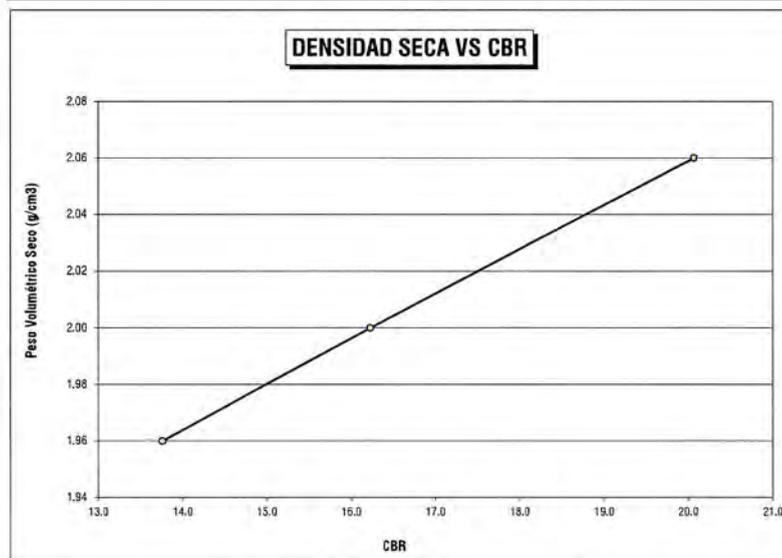
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

GRÁFICO DE ENSAYO CBR



DENSIDAD SECA VS CBR



CBR AL 100% DE MDS	20.06	%
CBR AL 95% DE MDS	13.76	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : MARZO DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO
Lugar : AN-1044; EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-02 **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	11,812.00	11,949.00	11,588.00	11,798.00	11,381.00	11,631.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	4,702.00	4,839.00	4,478.00	4,688.00	4,271.00	4,521.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.05	2.11	1.95	2.04	1.86	1.97
% Humedad	5.20	6.94	5.22	9.54	5.22	11.01
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	1.95	1.97	1.86	1.87	1.77	1.78
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	91.34	83.43	84.35	88.93	91.45	92.92
Recipiente + suelo seco	88.04	79.61	81.27	83.12	88.12	86.12
Peso del agua	3.30	3.82	3.08	5.81	3.33	6.80
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	63.51	55.08	59.03	60.88	63.77	61.77
% Humedad	5.20	6.94	5.22	9.54	5.22	11.01
Promedio de humedad	5.20	6.94	5.22	9.54	5.22	11.01

INMERSIÓN

Molde			1			2			3		
Fecha	Tiempo	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
17-Abr-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
18-Abr-21	24 h	11.00 am	23.40	0.228	0.151	25.10	0.245	0.162	27.40	0.267	0.176
19-Abr-21	48 h	11.00 am	24.50	0.239	0.158	26.70	0.260	0.172	28.10	0.274	0.181
20-Abr-21	72 h	11.00 am	25.10	0.245	0.162	27.80	0.271	0.179	29.50	0.288	0.190
21-Abr-21	96 h	11.00 am	27.40	0.267	0.176	29.20	0.285	0.188	31.10	0.303	0.200

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		55.00	2.80		48.00	2.44		36.00	1.83	
0.050		98.00	4.99		80.00	4.07		66.00	3.36	
0.075		158.00	8.05		135.00	6.88		112.00	5.70	
0.100	70.31	246.00	12.53	17.82	200.00	10.19	14.49	168.00	8.56	12.17
0.200	105.46	468.00	23.83	22.60	378.00	19.25	18.25	322.00	16.40	15.55



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Muestreado

: INTERESADO

Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH

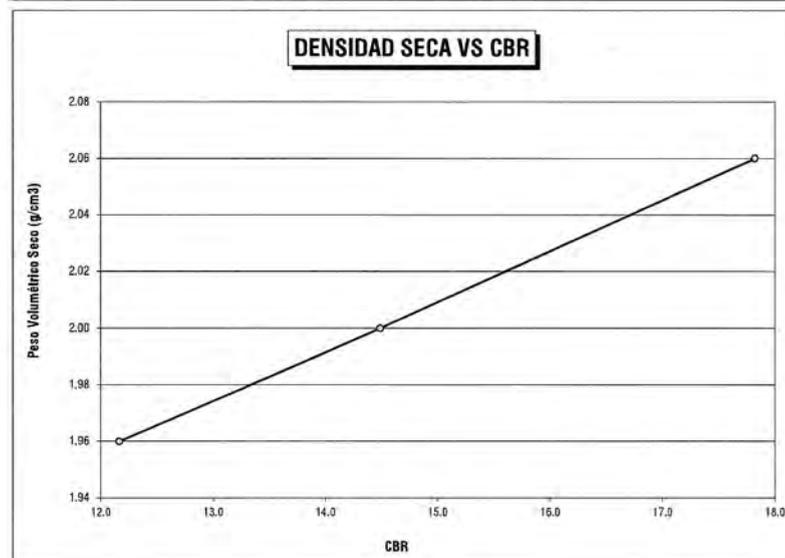
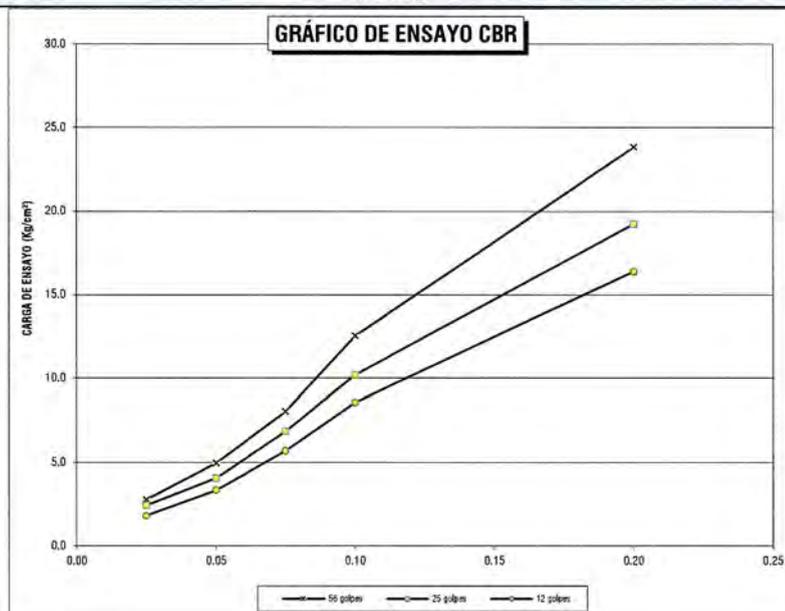
Calicata : C-02

Profundidad

: 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132



CBR AL 100% DE MDS	17.82	%
CBR AL 95% DE MDS	12.17	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

JEFATURA ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : MARZO DEL 2023 Muestreado : INTERESADO
 Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-03 Profundidad : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	12,361.00	12,508.00	12,214.00	12,415.00	12,002.00	12,289.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	5,251.00	5,398.00	5,104.00	5,305.00	4,892.00	5,179.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.29	2.35	2.23	2.31	2.13	2.26
% Humedad	6.07	7.80	6.04	9.87	6.05	11.39
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	2.16	2.18	2.10	2.11	2.01	2.03
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	86.25	84.35	83.35	86.90	84.78	92.88
Recipiente + suelo seco	82.72	80.02	79.87	81.09	81.33	85.87
Peso del agua	3.53	4.33	3.48	5.81	3.45	7.01
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	58.19	55.49	57.63	58.85	56.98	61.52
% Humedad	6.07	7.80	6.04	9.87	6.05	11.39
Promedio de humedad	6.07	7.80	6.04	9.87	6.05	11.39

INMERSIÓN

Molde			1			2			3		
Fecha	Tiempo	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
17-Abr-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
18-Abr-21	24 h	11.00 am	13.60	0.133	0.088	14.50	0.141	0.093	15.70	0.153	0.101
19-Abr-21	48 h	11.00 am	14.70	0.143	0.095	15.60	0.152	0.100	17.80	0.174	0.115
20-Abr-21	72 h	11.00 am	16.50	0.161	0.106	17.80	0.174	0.115	20.40	0.199	0.131
21-Abr-21	96 h	11.00 am	19.10	0.186	0.123	20.40	0.199	0.131	22.10	0.215	0.142

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		336.00	17.11		276.00	14.06		244.00	12.43	
0.050		522.00	31.68		488.00	24.85		372.00	18.95	
0.075		860.00	43.80		746.00	37.99		615.00	31.32	
0.100	70.31	1,010.00	51.44	73.16	910.00	46.35	65.92	840.00	42.78	60.85
0.200	105.46	1,620.00	82.51	78.23	1,470.00	74.87	70.99	1,305.00	66.46	53.02



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : MARZO DEL 2023

Muestreado : INTERESADO

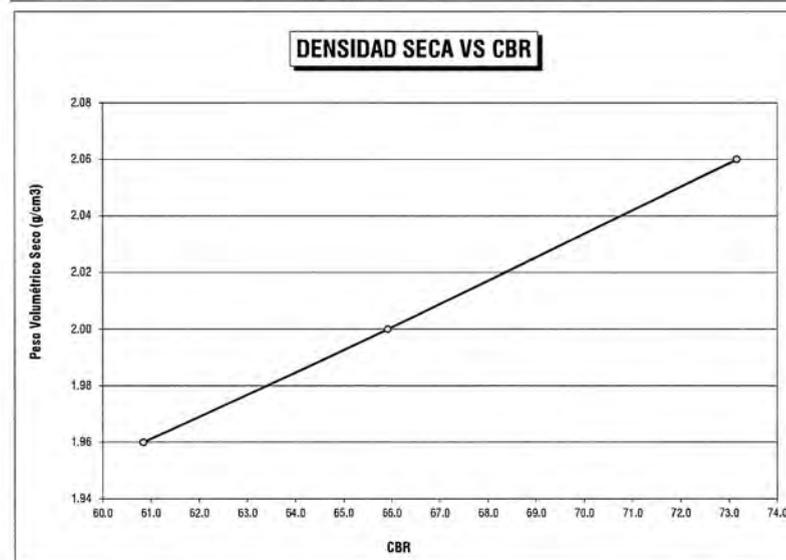
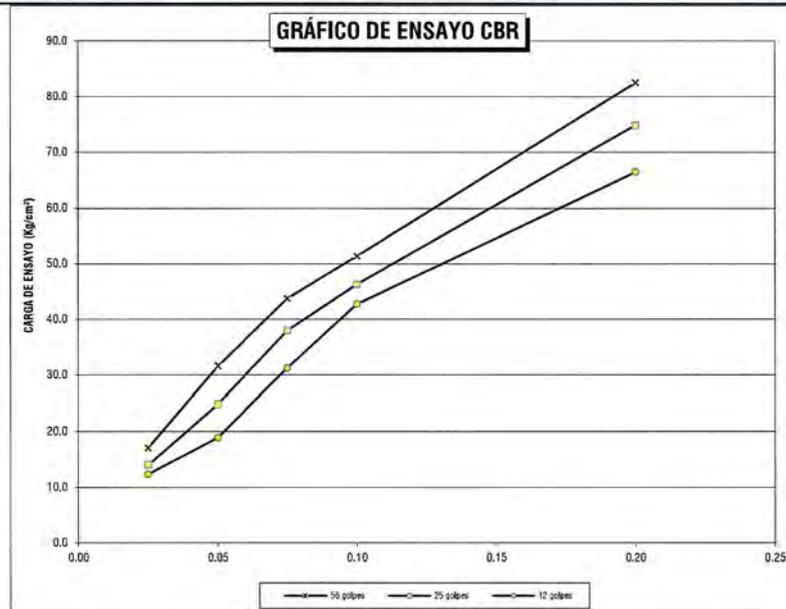
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH

Calicata : C-03

Profundidad : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132



CBR AL 100% DE MDS	73.16	%
CBR AL 95% DE MDS	60.85	%



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

JERARQUIA
LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

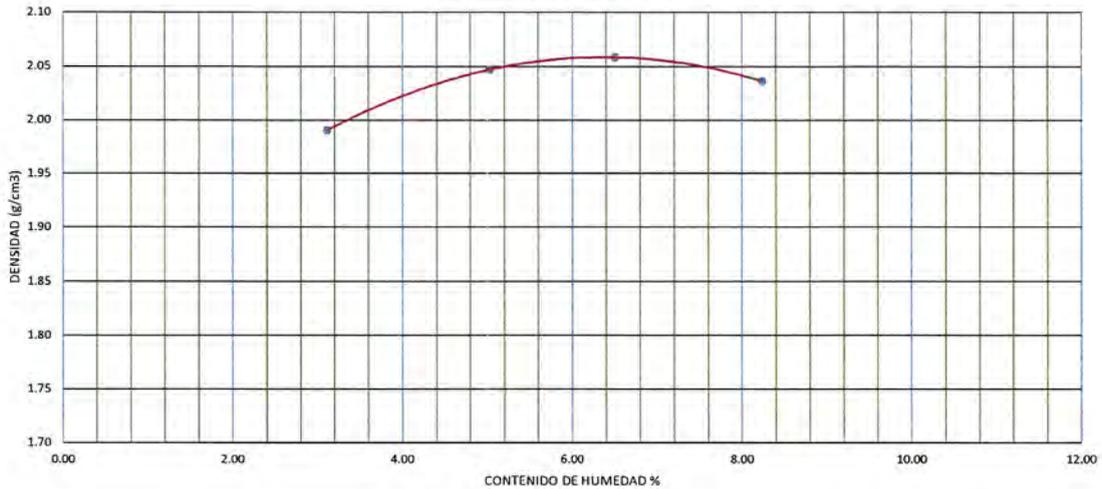
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023
 Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-01 (CON ADITIVO)
 Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
N° de muestra		1	2	3	4
N° de Capas		5	5	5	5
N° de Golpes		56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	941.91	941.91	941.91	941.91
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	3873	3965	4005	4016
3	Peso del Molde (g)	1940	1940	1940	1940
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	1933	2025	2065	2076
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	2.05	2.15	2.19	2.20
Tara		M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	40.22	34.59	35.90	35.37
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	39.34	33.33	34.23	33.37
8	Peso de la Tara (g)	11.04	8.25	8.55	9.08
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	0.88	1.26	1.67	2
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	28.3	25.08	25.68	24.29
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	3.11	5.02	6.50	8.23
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.99	2.05	2.06	2.04

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.06	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	5.72
---	------	---------------------------------	------



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

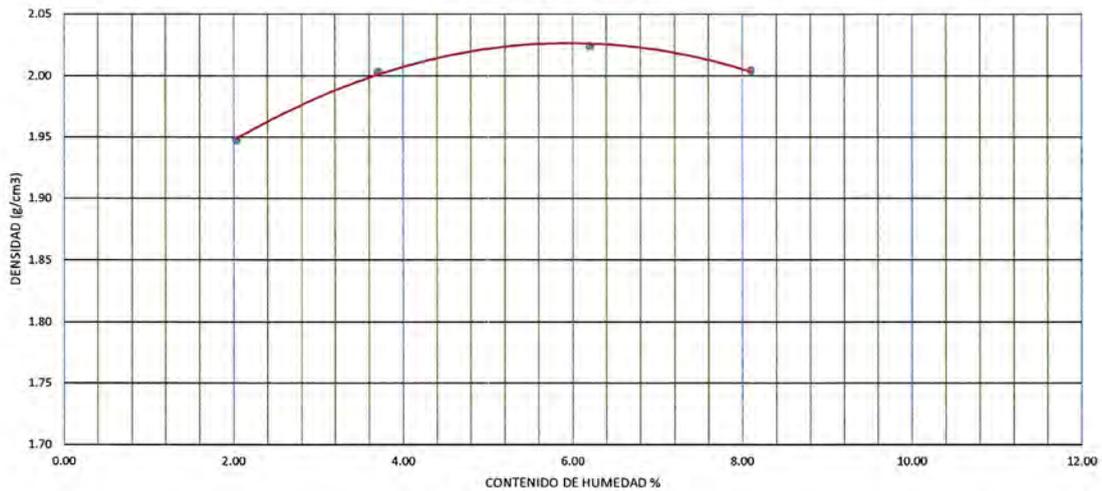
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023
 Lugar : AN-1044; EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-02 (CON ADITIVO) Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
N° de muestra		1	2	3	4
N° de Capas		5	5	5	5
N° de Golpes		56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	941.91	941.91	941.91	941.91
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	3812	3897	3965	3981
3	Peso del Molde (g)	1940	1940	1940	1940
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	1872	1957	2025	2041
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	1.99	2.08	2.15	2.17
Tara		M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	82.72	81.80	89.33	99.22
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	81.62	79.81	85.67	93.71
8	Peso de la Tara (g)	27.44	26.05	26.67	25.68
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	1.1	1.99	3.66	5.51
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	54.18	53.76	59	68.03
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	2.03	3.70	6.20	8.10
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.95	2.00	2.02	2.00

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.03	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	5.01
---	------	---------------------------------	------





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

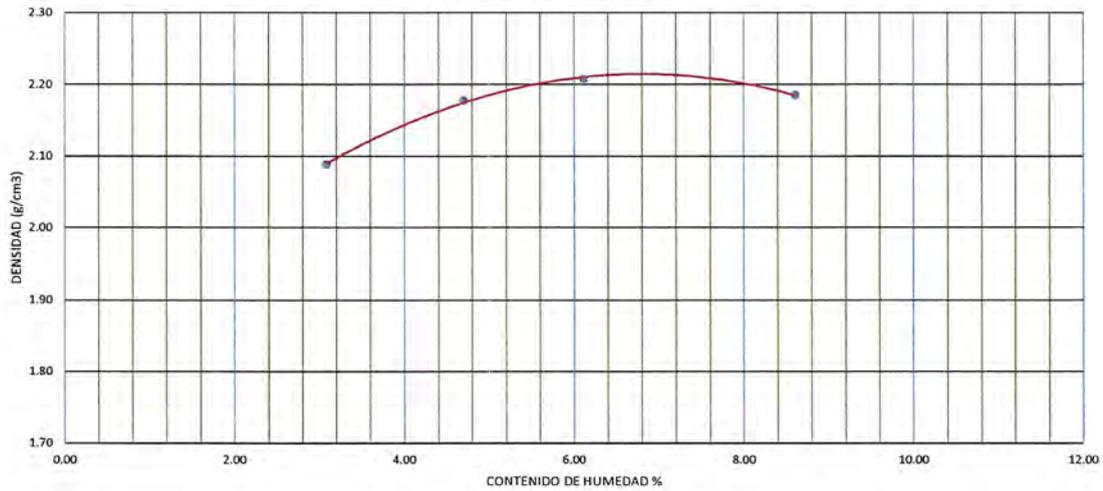
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
 Solicita : Bach. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
 Fecha : ABRIL DEL 2023
 Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
 Calicata : C-03 (CON ADITIVO)
 Muestreado : Interesado
 Profundidad : 1.50 m

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS			
		1	2	3	4
N° de muestra		1	2	3	4
N° de Capas		5	5	5	5
N° de Golpes		56	56	56	56
1	Volumen del Molde (cm ³)	941.91	941.91	941.91	941.91
2	Peso del Suelo Húmedo + Molde (g)	3968	4088	4147	4176
3	Peso del Molde (g)	1940	1940	1940	1940
4	Peso del suelo Húmedo (2) - (3) (g)	2028	2148	2207	2236
5	Densidad del suelo Húmedo (4)/(1) (g/cm ³)	2.15	2.28	2.34	2.37
Tara		M1	M2	M3	M4
6	Peso del Suelo Húmedo + Tara (g)	97.24	95.23	90.49	85.77
7	Peso del Suelo Seco + Tara (g)	95.17	92.14	86.84	81.08
8	Peso de la Tara (g)	28.04	26.35	27.1	26.58
9	Peso del Agua (6) - (7) (g)	2.07	3.09	3.65	4.69
10	Peso del Suelo Seco (7) - (8) (g)	67.13	65.79	59.74	54.5
11	Contenido de Humedad (9)/(10)x100 (%)	3.08	4.70	6.11	8.61
12	Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.09	2.18	2.21	2.19

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD



MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.22	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	5.62
---	------	---------------------------------	------

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 JEFATURA LMS Y F
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO
Lugar : AN-1044; EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-01 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	12,116.00	12,256.00	11,851.00	12,112.00	11,534.00	11,997.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	5,006.00	5,146.00	4,741.00	5,002.00	4,524.00	4,887.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.18	2.24	2.07	2.18	1.97	2.13
% Humedad	6.09	8.59	6.10	10.78	6.10	12.99
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	2.06	2.07	1.95	1.97	1.86	1.89
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	84.43	86.34	81.73	86.25	88.89	90.12
Recipiente + suelo seco	80.99	81.45	78.31	80.02	85.18	82.56
Peso del agua	3.44	4.89	3.42	6.23	3.71	7.56
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	56.46	56.92	56.07	57.78	60.83	58.21
% Humedad	6.09	8.59	6.10	10.78	6.10	12.99
Promedio de humedad	6.09	8.59	6.10	10.78	6.10	12.99

INMERSIÓN

Fecha	Tiempo	Hora	1			2			3		
			Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
25-Abr-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
26-Abr-21	24 h	11.00 am	9.20	0.090	0.059	12.50	0.122	0.080	15.40	0.150	0.099
27-Abr-21	48 h	11.00 am	11.40	0.111	0.073	14.20	0.138	0.091	17.20	0.168	0.111
28-Abr-21	72 h	11.00 am	13.10	0.128	0.084	15.80	0.154	0.102	18.70	0.182	0.120
29-Abr-21	96 h	11.00 am	14.80	0.144	0.095	16.70	0.163	0.108	19.60	0.191	0.126

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		125.00	6.37		111.00	5.65		96.00	4.89	
0.050		235.00	11.97		205.00	10.44		179.00	9.12	
0.075		368.00	18.74		325.00	16.55		289.00	14.72	
0.100	70.31	550.00	28.01	39.84	458.00	23.33	33.18	394.00	20.07	28.54
0.200	105.46	915.00	46.60	44.19	804.00	40.95	38.83	697.00	35.50	33.66



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA

Fecha : ABRIL DEL 2023

Muestreado : INTERESADO

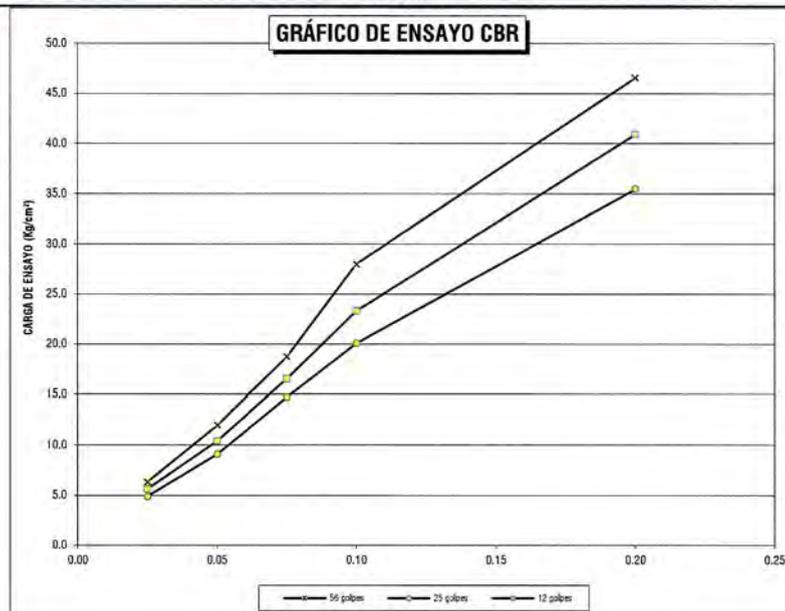
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH

Calicata : C-01 (CON ADITIVO)

Profundidad : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132



CBR AL 100% DE MDS	39.84	%
CBR AL 95% DE MDS	28.54	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : ABRIL DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO

Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH

Calicata : C-02 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	12,036.00	12,182.00	11,812.00	12,046.00	11,547.00	11,886.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	4,926.00	5,072.00	4,702.00	4,936.00	4,437.00	4,776.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.15	2.21	2.05	2.15	1.93	2.08
% Humedad	6.04	8.23	6.05	10.49	6.05	12.23
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	2.03	2.04	1.93	1.95	1.82	1.86
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	86.13	89.24	93.23	94.52	86.45	83.45
Recipiente + suelo seco	82.62	84.32	89.18	87.66	82.91	77.01
Peso del agua	3.51	4.92	4.05	6.86	3.54	6.44
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	58.09	59.79	66.94	65.42	58.56	52.66
% Humedad	6.04	8.23	6.05	10.49	6.05	12.23
Promedio de humedad	6.04	8.23	6.05	10.49	6.05	12.23

INMERSIÓN

Fecha	Tiempo	Hora	1			2			3		
			Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
25-Abr-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
26-Abr-21	24 h	11.00 am	8.21	0.080	0.053	10.20	0.099	0.066	12.10	0.118	0.078
27-Abr-21	48 h	11.00 am	10.20	0.099	0.066	12.50	0.122	0.080	14.50	0.141	0.093
28-Abr-21	72 h	11.00 am	11.90	0.116	0.077	14.30	0.139	0.092	16.10	0.157	0.104
29-Abr-21	96 h	11.00 am	13.20	0.129	0.085	15.80	0.154	0.102	17.50	0.171	0.113

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		135.00	6.93		103.00	5.25		85.00	4.33	
0.050		234.00	11.92		198.00	10.08		175.00	8.91	
0.075		378.00	18.25		312.00	15.89		256.00	13.04	
0.100	70.31	545.00	27.76	39.48	436.00	22.21	31.58	366.00	18.64	26.51
0.200	105.46	920.00	46.86	44.43	796.00	40.54	38.44	700.00	35.65	33.80



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLO MELGAREJO
 JEFE DE LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023

Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA

Fecha : ABRIL DEL 2023

Muestreado

: INTERESADO

Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH

Calicata : C-02 (CON ADITIVO)

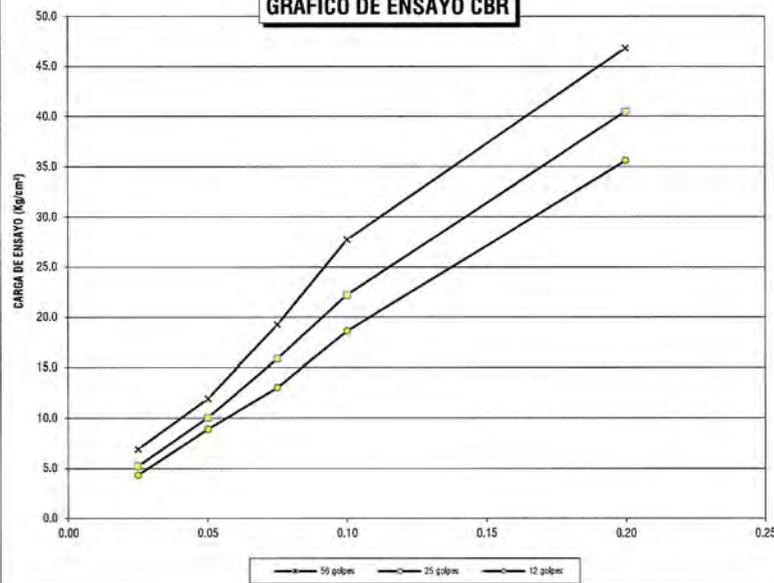
Profundidad

: 1.50 m

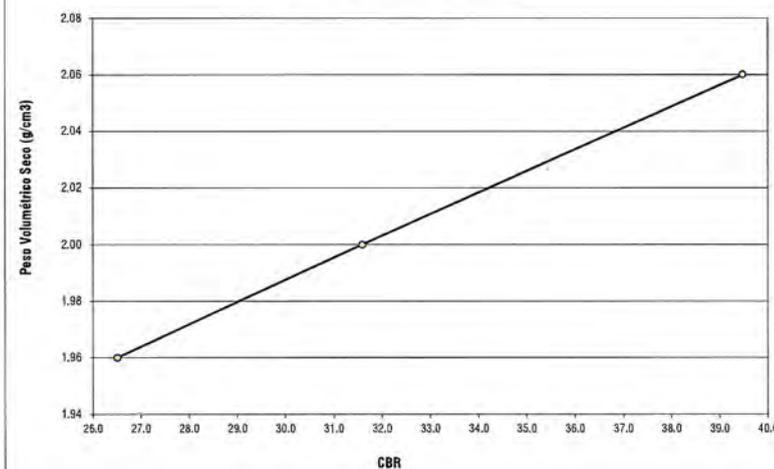
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

GRÁFICO DE ENSAYO CBR



DENSIDAD SECA VS CBR



CBR AL 100% DE MDS

39.48

%

CBR AL 95% DE MDS

26.51

%



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
JEFATURA LMS y P



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMÍREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023 **Muestreado** : INTERESADO
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-03 (CON ADITIVO) **Profundidad** : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo hum.	12,526.00	12,678.00	12,267.00	12,523.00	12,002.00	12,367.00
Peso del molde (g)	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00	7,110.00
Peso del suelo húmedo	5,416.00	5,568.00	5,157.00	5,413.00	4,892.00	5,257.00
Volumen del molde (cm ³)	2,293.41		2,293.41		2,293.41	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.36	2.43	2.25	2.36	2.13	2.29
% Humedad	6.57	8.84	6.58	10.63	6.56	12.32
Peso Vol. Seco (g/cm ³)	2.22	2.23	2.11	2.13	2.00	2.04
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Recipiente + suelo húmedo	84.54	87.42	89.34	86.27	84.43	87.26
Recipiente + suelo seco	80.84	82.31	85.20	80.12	80.73	80.36
Peso del agua	3.70	5.11	4.14	6.15	3.70	6.90
Peso del recipiente	24.53	24.53	22.24	22.24	24.35	24.35
Peso del suelo seco	56.31	57.78	62.96	57.88	56.38	56.01
% Humedad	6.57	8.84	6.58	10.63	6.56	12.32
Promedio de humedad	6.57	8.84	6.58	10.63	6.56	12.32

INMERSIÓN

Molde			1			2			3		
Fecha	Tiempo	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
17-Abr-21	0 h	11.00 am	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
18-Abr-21	24 h	11.00 am	14.70	0.143	0.095	15.60	0.152	0.100	16.40	0.160	0.106
19-Abr-21	48 h	11.00 am	16.20	0.158	0.104	17.20	0.168	0.111	18.10	0.176	0.117
20-Abr-21	72 h	11.00 am	18.10	0.175	0.117	19.10	0.186	0.123	20.10	0.196	0.129
21-Abr-21	96 h	11.00 am	19.60	0.191	0.126	20.60	0.201	0.133	21.60	0.211	0.139

PENETRACIÓN

Penetración (")	Carga Tipo (Kg/cm ²)	Molde 1			Molde 2			Molde 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)	
0.025		567.00	28.88		496.00	25.26		412.00	20.98	
0.050		956.00	48.69		834.00	42.48		732.00	37.28	
0.075		1,293.00	65.85		1,151.00	58.62		1,045.00	53.22	
0.100	70.31	1,643.00	83.68	119.01	1,556.00	79.25	112.71	1,496.00	76.19	108.36
0.200	105.46	2,588.00	131.81	124.98	2,451.00	124.83	118.37	2,304.00	117.34	111.27



UNASAM
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ING. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELCAREJO
 JEFE DEL LABORATORIO
 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

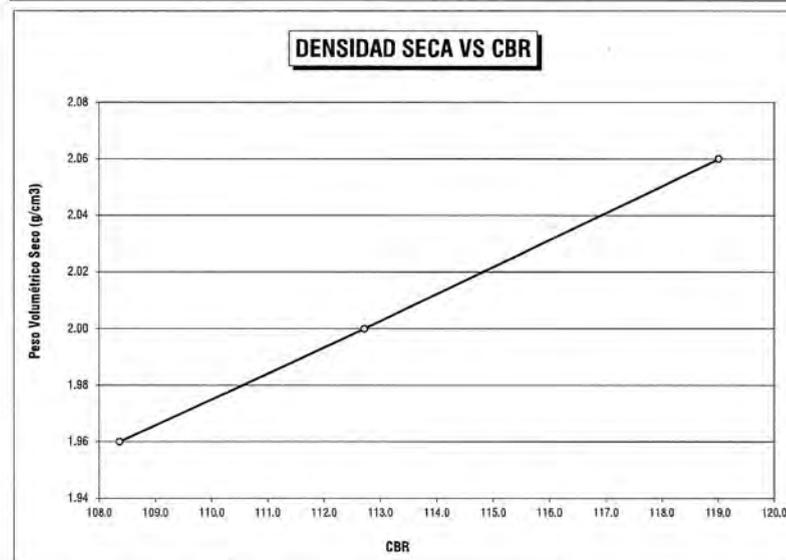
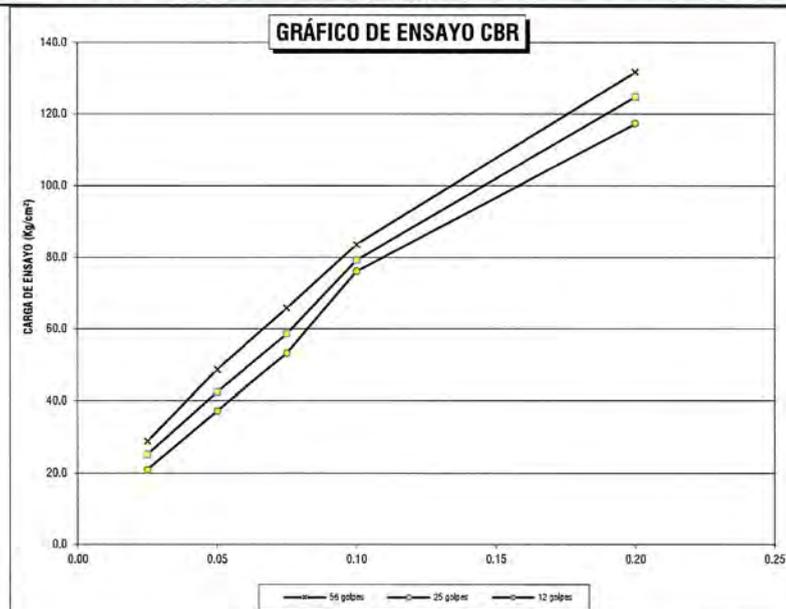


UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tesis : USO DEL POLYCOM EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA VÍAS EN LA ZONA COSTA Y SIERRA DE LA REGIÓN ANCASH, 2023
Solicita : BACH. BILL JOEL JESÚS RAMIREZ PALMA
Fecha : ABRIL DEL 2023 Muestreado : INTERESADO
Lugar : AN-1044: EMP. PE-14 – PTA. CARRETERA – SAN FRANCISCO ALTO – SANTA MATILDE – MOJEQUE, CASMA, ANCASH
Calicata : C-03 (CON ADITIVO) Profundidad : 1.50 m

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132



CBR AL 100% DE MDS	119.01	%
CBR AL 95% DE MDS	108.36	%



UNASAM
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ING. RAÚL FOSGAR CASTILLO MELÉNDEZ
JEFE DE LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS