

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Incorporación del biopolímero goma guar en la  
subrasante de la carretera EMP PE-3S Combapata,  
tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024**

Heraldo Yamandu Cruz Cruz

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería  
DE : Mg. Eigner Roman Villegas  
Asesor de trabajo de investigación  
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
FECHA : 20 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

### Título:

Incorporación del Biopolímero Goma Guar en la Subrasante de la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024

### Autores:

1. Heraldo Yamandu Cruz Cruz – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 13% de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

Filtro de exclusión de bibliografía	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N.º de palabras excluidas es: 01	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**

**(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

ASESOR

Mg. Eigner Roman Villegas

## **AGRADECIMIENTO**

Mi mayor agradecimiento al Padre Todopoderoso, por su gracia y bendiciones durante todo este proceso.

A mis progenitores, quienes son fuente de motivación y gracias a su muestra de incondicional apoyo y amor, además de sus sabios consejos.

A mi asesor, por compartir su vasta sabiduría, su tiempo y su dedicación, aportando su guía experta junto con sus acertadas sugerencias hacia mi trabajo.

A todos quienes me han apoyado, como familiares y amigos.

## **DEDICATORIA**

"A Dios, quien construyó mi camino, iluminando cada paso de este proyecto y brindándome seguridad para superar los desafíos.

A mis progenitores por el amor y sacrificio que han sido fuente de mi motivación para culminar esta etapa, por ende, mi logro también es suyo.

A mi asesor, quien me aportó su guía y dedicación para la culminación de este estudio."

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN .....	11
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	12
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema .....	12
1.1.1. Problema General.....	12
1.1.2. Problemas Específicos .....	12
1.2. Objetivos .....	13
1.2.1. Objetivo General .....	13
1.2.2. Objetivos Específicos.....	13
1.3. Justificación e Importancia .....	14
1.3.1. Justificación Técnica.....	14
1.3.2. Justificación Social.....	14
1.3.3. Justificación por Viabilidad.....	14
1.3.4. Justificación por Relevancia .....	15
1.4. Delimitación del Proyecto.....	15
1.5. Hipótesis y Variables.....	15
1.5.1. Hipótesis.....	15
1.5.2. Identificación de Variables e Indicadores.....	16
CAPÍTULO II.....	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	1
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	1
2.1.1. Antecedentes Locales.....	1
2.1.2. Antecedentes Nacional.....	2
2.1.3. Antecedentes Internacional .....	2
2.2. Bases teóricas.....	3
2.2.1. Biopolímero Goma Guar.....	3
2.2.2. Propiedades Físico-Mecánicas de los Suelos Arcillosos.....	5
2.2.3. Ensayos de Laboratorio.....	6
2.2.4. Estructura de Pavimentos Flexibles y Rígidos.....	9

2.3.	Marco Conceptual.....	12
2.3.1.	Goma guar.....	12
2.3.2.	Proporciones.....	12
2.3.3.	Propiedades físico-mecánicas .....	12
2.3.4.	Suelos arcillosos.....	12
2.3.5.	Carretera Emp Pe-3S Combapata.....	12
2.3.6.	Estabilización de suelos .....	12
2.3.7.	Contenido de humedad.....	12
2.3.8.	Densidad seca.....	12
2.3.9.	Normatividad.....	13
2.3.10.	Innovación.....	13
2.3.11.	Sostenibilidad.....	13
2.3.12.	CBR.....	13
2.3.13.	Plasticidad .....	13
2.3.14.	Permeabilidad.....	13
CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....		14
3.1.	Método, Tipo, Alcance de la Investigación.....	14
3.1.1.	Método de la Investigación .....	14
3.1.2.	Tipo de Investigación .....	14
3.1.3.	Nivel de Investigación.....	14
3.1.4.	Diseño de la Investigación .....	14
3.2.	Población y Muestra .....	16
3.2.1.	Población.....	16
3.2.2.	Muestra.....	16
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	16
3.3.1.	Técnica de Recolección de Datos.....	16
3.3.2.	Instrumentos de Recolección de Datos .....	16
3.3.3.	Validez.....	22
3.4.	Materiales y Métodos.....	22
3.4.1.	Materiales.....	22
3.4.2.	Métodos.....	23
3.4.3.	Ensayos de laboratorio .....	23
3.4.4.	Técnicas de Análisis e Interpretación de la Información .....	23
3.4.5.	Técnicas de contrastación de Hipótesis.....	24
3.4.6.	Instrumentos de Ingeniería.....	24
3.5.	Procedimiento de Recolección de Datos.....	29
3.5.1.	Programa de Investigación.....	29

3.5.2.	Toma de Muestras .....	29
3.5.3.	Ensayo de Contenido de Humedad .....	30
3.5.4.	Ensayo de LL .....	31
3.5.5.	Ensayo de LP.....	33
3.5.6.	Ensayo de Granulometría.....	35
3.5.7.	Ensayo de Proctor Modificado.....	37
3.5.8.	Ensayo de CBR .....	39
3.5.9.	Ensayo de Permeabilidad por el Método de Carga Variable .....	41
3.6.	Procedimiento de Análisis de Datos.....	43
3.6.1.	Ensayo de Contenido de Humedad .....	43
3.6.2.	Ensayo de LL .....	45
3.6.3.	Ensayo de LP.....	48
3.6.4.	Ensayo de densidad seca .....	50
3.6.5.	Ensayo de CBR .....	53
3.6.6.	Ensayo de permeabilidad .....	56
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		59
4.1.	Resultados de las calicatas .....	59
4.2.	Análisis de resultados .....	61
4.3.	Discusión .....	62
4.3.1.	Contenido de humedad vs Aditivo de goma.....	62
4.3.2.	Plasticidad vs goma guar.....	63
4.3.3.	Densidad seca máxima.....	63
4.3.4.	CBR.....	64
4.3.5.	En el caso de la permeabilidad.....	66
CONCLUSIONES .....		68
RECOMENDACIONES.....		69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		70
ANEXOS .....		73
Anexo 1. Certificados de los Ensayos Realizados .....		73
Anexo 2. Matriz de Consistencia .....		136

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. C-1 para el contenido de humedad.....	44
Tabla 2. C-2 para el contenido de humedad.....	44
Tabla 3. C-3 para el contenido de humedad.....	44
Tabla 4. Contenido de humedad.....	45
Tabla 5. C-1 para el LL.....	45
Tabla 6. C-2 para el LL.....	46
Tabla 7. C-3 para el LL.....	46
Tabla 8. LL.....	47
Tabla 9. C-1 para LP.....	48
Tabla 10. C-2 para LP.....	48
Tabla 11. C-3 para LP.....	49
Tabla 12. LP.....	50
Tabla 13. Proctor modificado para C-1.....	50
Tabla 14. Proctor modificado para C-2.....	51
Tabla 15. Proctor modificado para C-3.....	51
Tabla 16. Proctor modificado.....	52
Tabla 17. CBR para C-1.....	54
Tabla 18. CBR para C-2.....	54
Tabla 19. CBR para C-3.....	54
Tabla 20. CBR.....	55
Tabla 21. Permeabilidad en C-1.....	56
Tabla 22. Permeabilidad en C-2.....	56
Tabla 23. Permeabilidad en C-3.....	57
Tabla 24. Permeabilidad.....	58
Tabla 25. Mecánica de suelo en C-1.....	59
Tabla 26. Mecánica de suelo en C-2.....	60
Tabla 27. Mecánica de suelo en C-3.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de la goma guar .....	4
Figura 2. Diseño de estudio .....	15
Figura 3. Formato de contenido de humedad.....	16
Figura 4. Formato de índice de plasticidad.....	17
Figura 5. Formato de máxima densidad seca.....	19
Figura 6. Formato de CBR.....	20
Figura 7. Formato de ensayo de permeabilidad .....	21
Figura 8. Dispositivo de carga .....	24
Figura 9. Molde Proctor modificado.....	25
Figura 10. Tamices.....	26
Figura 11. Agitador de tamices .....	26
Figura 12. Cuchara Casagrande .....	27
Figura 13. Horno.....	27
Figura 14. Balanza .....	28
Figura 15. Probeta graduada .....	28
Figura 16. Vidrio esmerilado .....	29
Figura 17. Peso de terreno húmedo.....	30
Figura 18. Muestras en horno .....	30
Figura 19. Cuchara de Casagrande para LL.....	31
Figura 20. Preparación del suelo.....	32
Figura 21. Colocación en la cuchara.....	32
Figura 22. Ranurado de la muestra .....	33
Figura 23. Muestra amasada en vidrio .....	34
Figura 24. Rollos de calicatas .....	34
Figura 26. Lavado de material .....	36
Figura 27. Suelo recolectado.....	36
Figura 28. Muestras nevadas.....	36
Figura 29. Tamizado de la muestra seca .....	37
Figura 30. Preparación.....	38
Figura 31. Compactación.....	38
Figura 32. Segunda preparación .....	40
Figura 34. Tercera preparación .....	41
Figura 35. Ensamblaje del permeámetro.....	42
Figura 36. Cálculo de saturación .....	43
Figura 37. Contenido de humedad natural vs % de goma guar .....	62

Figura 38. Límites de Consistencia vs % de goma guar .....	63
Figura 39. Proctor modificado vs % de goma guar.....	63
Figura 40. CBR vs % de goma guar .....	64
Figura 41. Permeabilidad vs % de goma guar .....	66

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es evaluar el impacto de la incorporación de goma guar al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos de la carretera Emp PE-3S Combapata (tramo 3+000 a 6+000), donde sus objetivos específicos son analizar su influencia en humedad natural, plasticidad, densidad seca, CBR y permeabilidad, el diseño es experimental y se realizaron ensayos de laboratorio siguiendo normas ASTM: granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR y permeabilidad. Se recolectaron muestras de 3 calicatas, tratadas con distintas dosificaciones al 1% 1.5% y 2% de goma guar, también se comparó con el suelo natural (SN), las tres calicatas estratigráficas (C-1, C-2, C-3), sometidas a ensayos físicos y mecánicos, se obtuvo los resultados para cada objetivo y fueron, contenido de humedad se redujo leve (11.27% a 10.88% en C-1), el índice de plasticidad aumentó hasta 21.18% (1.5% GG), indicando mayor cohesión, densidad seca máxima: Mejoró de 1.735 g/cm<sup>3</sup> (SN) a 1.896 g/cm<sup>3</sup> (1.5% GG), para el CBR se incrementó hasta 8.6% (1.5% GG), con mejora del 59.26% frente al suelo natural (SN), donde la permeabilidad se reducción significativamente (0.00033 a 0.00023 cm/s en C-3 con 1.5% GG). Al final se llegó a una conclusión la goma guar al 1.5% optimizó la estabilización, aumentando resistencia (CBR), densidad y reduciendo permeabilidad, la plasticidad, mejoró a la cohesión. Se valida su uso como alternativa sostenible para suelos arcillosos en proyectos viales, reduciendo costos de mantenimiento y mejorando durabilidad.

**Palabras clave:** Biopolímero, Subrasante, Goma Guar, Límites de consistencia, CBR, Proctor, Permeabilidad.

## ABSTRACT

The objective of the present study is to evaluate the impact of the incorporation of guar gum at 1%, 1.5% and 2% on the physical-mechanical properties of clayey soils of the Emp Pe-3S Combapata highway (section 3 + 000 to 6 + 000), where its specific objectives are to analyze its influence on natural humidity, plasticity, dry density, CBR and permeability, the design is experimental and laboratory tests were carried out following ASTM standards: granulometry, Atterberg limits, modified Proctor, CBR and permeability. Samples were collected from 3 test pits, treated with different dosages of 1%, 1.5% and 2% of guar gum, and the three stratigraphic test pits (C-1, C-2, C-3) were also compared with the natural soil (SN), subjected to physical and mechanical tests, the results were obtained for each objective and were, moisture content was slightly reduced (11.27% to 10.88% in C-1), the plasticity index increased to 21.18% (1.5% GG), indicating greater cohesion, maximum dry density: Improved from 1.735 g / cm<sup>3</sup> (SN) to 1.896 g / cm<sup>3</sup> (1.5% GG), for the CBR it increased to 8.6% (1.5% GG), with an improvement of 59.26% compared to natural soil (SN), where permeability was significantly reduced (0.00033 to 0.00023 cm / s in C-3 with 1.5% GG). In the end it was concluded that guar gum at 1.5% optimized.

**Keywords:** Biopolymer, Subgrade, Guar Gum, Consistency Limits, CBR, Proctor, Permeability.

## INTRODUCCIÓN

La estabilidad de la carpeta de rodadura en la presencia de suelos arcillosos cuando se realiza proyectos viales nos muestra desafíos técnicos significativos, por sus condiciones físico-mecánicas que usualmente muestran bajas resistencias con relación a las sollicitaciones propias de un proyecto vial, entre las cuales se pueden mencionar la plasticidad y variabilidad debido a cambios de humedad. Este problema se puede ver en la carretera Emp. PE-3S, tramo Combapata (3+000 a 6+000), donde el desempeño del pavimento ha sido transgredido por las condiciones del suelo subyacente.

El objetivo es determinar si la incorporación de la goma guar en proporciones al 1%, 1.5% y 2% impacta las propiedades físico-mecánicas del terreno en mención.

Los estudios previos están demostrados que los aditivos de origen orgánico, como la goma guar, mejoran significativamente la cohesión y resistencia de los suelos. Investigaciones como las de Thomas et al. (2020) y Pérez y López (2019) enfatizan que el potencial de los estabilizantes optimiza las propiedades mecánicas de estos suelos problemáticos. No obstante, hay escasos estudios donde se aplica el desarrollo vial del ande peruano, y se afirma que existe la necesidad de investigaciones de moldearse a estas condiciones.

Esta investigación inspecciona la gran importancia en el campo de la infraestructura vial, debido al aporte de técnicas sostenibles de gran eficacia para la estabilización de suelos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) entrelazados con infraestructura resiliente y la aplicación de recursos que no transgreden la naturaleza. Su importancia radica en su potencial para proponer alternativas técnicas y económicas que beneficien la durabilidad de carreteras y reduzcan costos de mantenimiento en regiones como Cusco, donde las condiciones geológicas presentan una variedad de problemas geotécnicos.

Se presentarán los hallazgos demostrados de los ensayos controlados para evaluar los efectos de la goma guar en estos terrenos, proporcionando un enfoque amplio a nivel de carpeta de la subrasante sobre la aplicabilidad de este aditivo y su contribución en la infraestructura vial.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

La Carretera Emp. Pe-3S Combapata, en el tramo 3+000 a 6+000, enfrenta serios desafíos relacionados con la estabilidad y desempeño de la subrasante, ante predominantes suelos arcillosos con baja resistencia a las sollicitaciones propias de un proyecto vial. Estos suelos, al estar sujetos a variaciones de humedad, presentan cambios volumétricos significativos que provocan deformaciones, fisuras y, en muchos casos, el deterioro prematuro de la subrasante, afectando la funcionalidad y seguridad de la carretera (Flores et al., 2021). Este problema se agrava debido a la combinación de condiciones climáticas extremas y tránsito pesado, factores que aceleran el desgaste estructural de la vía y aumento en costos (González & Méndez, 2020).

Entre las causas principales de esta problemática están las singularidades de los suelos, que muestran alta plasticidad y una capacidad limitada para soportar cargas dinámicas. Esto resulta de una insuficiente compactación y en el deterioro progresivo de la subrasante. Las consecuencias directas incluyen el colapso parcial o total del pavimento, el aumento en la frecuencia de reparaciones y la disminución de la seguridad para los usuarios. Indirectamente, esta situación afecta negativamente al transporte, accesibilidad a los servicios básicos y al turismo, limitando el desarrollo socioeconómico del distrito de Combapata.

El uso de goma guar, natural y biodegradable busca mejorar las propiedades al reducir su plasticidad, elevar la cohesión y optimizar la densidad seca máxima. Para ello, se propone aplicar goma guar en proporciones del 1%, 1.5% y 2% sobre el peso seco. Investigaciones previas han demostrado que este tipo de estabilizantes puede disminuir la permeabilidad en suelos arcillosos, lo que resulta en un mejor desempeño de la subrasante y una mayor durabilidad de la infraestructura vial (Ríos & Pérez, 2020; Sharma et otros, 2019). Se espera que la implementación de esta técnica mejore la calidad de la carretera en el tramo especificado.

#### 1.1.1. Problema General

¿Cómo afecta la incorporación de la goma Guar al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?

#### 1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el contenido de humedad natural de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?
- ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el índice de plasticidad de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?
- ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en la densidad máxima seca de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?
- ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el índice (CBR) de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?
- ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en la permeabilidad de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la incorporación de goma guar en diferentes proporciones al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades físicas y mecánicas en los suelos arcillosos de la carretera Emp. PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el contenido de humedad natural en los suelos arcillosos de la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.
- Evaluar la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el índice de plasticidad en los suelos arcillosos de la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.
- Determinar cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en la densidad máxima seca en los suelos arcillosos de la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.
- Determinar cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el índice (cbr) en los suelos arcillosos de la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.
- En cuanto influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en la permeabilidad de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.

### **1.3. Justificación e Importancia**

#### **1.3.1. Justificación Técnica**

La carretera Emp. PE-3S Combapata, específicamente en el tramo 3+000 a 6+000, presenta problemas asociados con suelos arcillosos de baja resistencia a sollicitaciones dinámicas y estáticas, alta plasticidad y altas permeabilidades. Dichas características generan inestabilidad en la infraestructura vial, provocando deformaciones y deterioro prematuro de la infraestructura vial. Resolver este problema garantiza una funcionalidad en la infraestructura vial.

De manera general se busca evaluar el efecto al incorporar goma guar, y de manera específica, se pretende analizar mejoras en parámetros críticos al momento de estabilizar efectivamente los suelos, reduciendo su plasticidad y optimizando otras propiedades físico-mecánicas. Esto resultará en una carretera más duradera, con menores costos de mantenimiento, y con un impacto ambiental reducido debido al uso de un aditivo biodegradable y natural como la goma guar.

La investigación abarcará desde la caracterización inicial de los suelos hasta la evaluación integral del efecto de la goma guar en sus propiedades. Los resultados permitirán desarrollar prácticas recomendaciones para la implementación de este aditivo en proyectos similares, generando conocimiento útil para futuros desarrollos en ingeniería vial.

#### **1.3.2. Justificación Social**

El impacto de las poblaciones que atraviesan la carretera Emp PE-3S (Combapata, Huatuccane, Upina, Cajua, Salloca y Huantura) desarrollan la crianza de ganado vacuno y ovino, sobresale particularmente la crianza de especies como ovinos y camélidos, cuya actividad ganadera constituye para numerosas familias un verdadero respaldo económico, funcionando casi como una reserva financiera a la que pueden recurrir en momentos críticos. Esta práctica se articula mediante la participación en circuitos comerciales, como mercados y ferias que se llevan a cabo periódicamente en distintos distritos de la provincia. Entre estos eventos resalta la imponente feria ganadera del distrito de Combapata, junto con otras ferias locales, las cuales posicionan a la ganadería como una actividad estratégica de gran relevancia económica. Su estabilidad en el tiempo se refleja en la significativa orientación de la producción agrícola hacia el abastecimiento alimenticio de este sector pecuario.

#### **1.3.3. Justificación por Viabilidad**

Su viabilidad responde a la disponibilidad local de suelos arcillosos en el tramo 3+000 a 6+000 de la carretera Emp PE-3S Combapata y a la accesibilidad económica de la goma guar, un

material biodegradable y sostenible ampliamente comercializado. Además, los métodos de análisis y pruebas geotécnicas requeridas, como ensayos de plasticidad, CBR y permeabilidad, son técnicas estándar en laboratorios de ingeniería civil. El proyecto cuenta con un enfoque experimental bien definido, que permite obtener resultados concretos y reproducibles. Asimismo, la aplicación de este método no requiere equipamiento complejo, lo que asegura su factibilidad técnica, económica y ambiental para futuros proyectos de estabilización vial.

#### **1.3.4. Justificación por Relevancia**

En la actualidad esta carretera viene a ser utilizada por temas turísticos y realizan servicios turísticos por el atractivo del valle del Sallca y la afluencia de vehículos de distintos tamaños y la estructura de pavimentos a futuro soportara mayores solicitudes de carga.

#### **1.4. Delimitación del Proyecto**

- Se limitará en la aplicación de la goma guar como agente estabilizante.
- La investigación analizará las propiedades geotécnicas.
- La investigación se limitará al uso de ensayos de CBR y Proctor modificado.
- La investigación no abordará el diseño geométrico de la carretera.

#### **1.5. Hipótesis y Variables**

##### **1.5.1. Hipótesis**

###### **1.5.1.1. Hipótesis General**

La incorporación de goma guar al 1.5%, mejorará de manera significativa las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.

###### **1.5.1.2. Hipótesis Específicas**

- La incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% aumenta el contenido de humedad natural de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.
- La incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% baja el índice de plasticidad de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.
- La incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% baja la densidad máxima seca de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.

- La incorporación de la goma guar al 1% ,1.5% y 2% aumenta el índice (CBR) de los suelos arcillosos en la Carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.
- La incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% reduce significativamente la permeabilidad de los suelos arcillosos en la carretera Emp PE-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.

## **1.5.2. Identificación de Variables e Indicadores**

### **1.5.2.1. Variables Independientes**

- Goma guar.

### **1.5.2.2. Variable Dependiente**

- Contenido de humedad.
- Índice de plasticidad.
- Máxima densidad seca.
- CBR.
- Permeabilidad.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

##### 2.1.1. Antecedentes Locales

Huaman (2023), presentó su tesis de licenciatura donde su justificación fue que los tipos de suelos son depósitos lacustres que corresponden a suelos finos o arcillosos. Tuvo como propósito central evaluar el impacto del biopolímero gellan en el fortalecimiento de la resistencia de suelos arcillosos en San Sebastián, Cusco. Por tal razón, se adoptó una estructura experimental puro de tipo explicativo, orientado al análisis riguroso de los efectos inducidos por la adición del biopolímero. La muestra fue 10 ensayos, distribuidos equitativamente entre pruebas de densidad y de compresión simple a las hectáreas de suelo correspondientes a la zona de estudio. Se reveló que, en cuanto a la densidad seca, el modelo lineal indica un coeficiente igual a .93, lo cual inicialmente sugiere una fuerte relación estadística. Sin embargo, con el incremento del biopolímero, se evidenció un decaimiento de esta, cayendo abruptamente a 0.023, indicando una baja capacidad predictiva del modelo lineal para describir adecuadamente este fenómeno. Además, tanto la reproducibilidad como la validez de dicho modelo tienden a valores cercanos a cero, lo cual compromete su utilidad para fines interpretativos o predictivos. A través de un diseño experimental sustentado por un análisis estadístico de varianza, se concluyó que la incorporación del biopolímero gellan incide de manera significativa sobre la propiedad física del suelo denominada densidad seca, estableciéndose una asociación negativa entre la cantidad de biopolímero y esta propiedad. Por otro lado, respecto a la cohesión — propiedad mecánica del suelo—, los análisis basados en modelos no lineales permitieron observar que dicha cohesión aumenta progresivamente hasta alcanzar una dosis crítica de biopolímero, a partir de la cual comienza a decrecer. De este modo, se identificó que la concentración óptima del biopolímero gellan para lograr el mejor desempeño mecánico del suelo se sitúa alrededor del 1%.

Mamani Salas, Delbert Humberto (2023) USMP (Universidad de San Martín de Porre) en su tesis, justificó que se usa el biopolímero de Goma guar en dosis de 0.5%, 1.0% y 1.5 en la carretera Chamaca - Limamayos de la provincia de Chumbivilcas Cusco. Su finalidad fue identificar la influencia de este material en el suelo para uso estructural. Se adoptó un enfoque metodológico de naturaleza cuantitativa, sustentado en un diseño experimental. Se trabajó con un total de cuatro (04) muestras representativas extraídas de la cantera denominada Nueva Esperanza, pertenecientes a la población objetivo del estudio. Estas muestras se evaluaron tanto en su estado natural como tras la incorporación del aditivo goma guar en concentraciones

progresivas de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Se hizo una confrontación entre las características físicas, así como mecánicas del terreno natural y el adicionado. En conclusión, hubo una mejora significativa cuando se incorporó en proporción al 1.0% que corresponde a la muestra tres (M – 03), logrando un incremento en las cualidades que se mencionaron con anterioridad hasta un 44.1% al 100% de la M.D.S. y un grado de compactación del 97%, respecto al suelo natural.

### 2.1.2. Antecedentes Nacional

Villalta Vergara y colaboradores (2020), en un estudio se justificaron indicando que se usa los biopolímeros goma guar para estabilizar los suelos cohesivos (con limos o arcillas) en la Av. Yuracoto, Ancash. Las dosis que usaron de ambos biopolímeros juntos fueron de 0.75, 1.5 y 2.25%. Su **objetivo**, la estabilización de dicho suelo a través del material propuesto. **Diseño** es experimental, tuvo como **muestra** 15 calicatas. Los hallazgos revelaron un decaimiento progresivo del índice de plasticidad conforme se incrementaron la dosis del aditivo. En cuanto al CBR, se registró un valor de 9.42 g/cm<sup>3</sup>; sin embargo, al aplicar una dosificación del 2.25% de la mezcla Guar-Xantana, se observó un notable incremento, alcanzando los 40.00 g/cm<sup>3</sup>. Este aumento representa una diferencia absoluta de 30.58 g/cm<sup>3</sup> y una variación relativa del 324.63% en comparación con la muestra inicial, lo cual evidencia una clara tendencia positiva en la mejora de soporte al incorporar dicho aditivo. Se **concluye** que la puzolana y el polvo de ladrillo redujeron significativamente el índice de plasticidad, alcanzando un mínimo de 6.33% con 15% de puzolana y 10% de polvo. La goma guar también redujo la plasticidad, aunque en menor medida. La cohesión del suelo mejoró con 5% de puzolana y 10% de polvo de ladrillo, alcanzando 1.15 kg/cm<sup>2</sup>.

Jaime Monge, Diego Andree (2013), pertenecientes a la PUCP, en su tesis: “Uso de biopolímeros en el control de asentamientos”. **Justificación:** Se compararon los reportes de investigadores que efectuaron ensayos de laboratorio sobre suelos tratados con biopolímeros como agentes estabilizantes, entre ellos, la goma guar. Donde tuvieron como **objetivos**, recopilar los biopolímeros con mayor utilización, sus ensayos de laboratorio y su vinculación con el control de asentamientos y la determinación del uso de estos en la mejora de los atributos terrenales. Su **metodología** fue recopilar las características de los biopolímeros. Se analizaron los ensayos de laboratorio de distintos autores y se realizó una discusión de resultados para cada ensayo, relacionándolos con el control de asentamientos. La población fueron los suelos tratados con biopolímeros. Su hallazgo implicó una mejora de estas propiedades al aplicar este producto. **Concluyen** que su uso es una alternativa para propiciar una mejoría en las condiciones del terreno.

### 2.1.3. Antecedentes Internacional

Así también Mohan, Adarsh (2022) investigó y se justificó indicando que se usa el biopolímero para estabilizar los suelos de arcilla en la India. Las dosis preparadas para los ensayos de laboratorio de CBR fueron de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.5%. En este estudio se usaron tiempos de curado de 7 a 28 días para evaluar el CBR. El propósito principal fue analizar su influencia en la resistencia de dicho terreno en Kuttanad, conocido por su baja capacidad portante y elevada compresibilidad. Por ello se enmarcó en un diseño experimental puro y un enfoque cualitativo-explicativo, lo que permitió desarrollar un análisis sistemático y controlado. Se tomaron muestras de suelo tratadas con distintas proporciones de goma guar, variando entre 0.5% y 2.5%. Estas se sometieron a curación entre 7 y 28 días, manteniendo condiciones constantes de humedad. Los **resultados** indican que al aplicar el biopolímero existió mejoría en la resistencia del suelo. Por eso se infirió dicha goma estabiliza eficaz y rápidamente los suelos dentro de los 28 días posteriores al curado.

Onah, Nwonu, Ikeagwuani (2022) indagó y justificó en su tesis que se trabaja con suelos arcillosos de consistencia suave y limosa. Se usan porcentajes de cal y goma guar, específicamente para la goma guar se usan dosis de 0.6%, 1.0%, 1.4% y 1.8%, se usaron tiempos de curado de 0, 7, 14, 28 días para mejores resultados del biopolímero. La finalidad consistió en asegurar la sostenibilidad ambiental al intentar mejorar los suelos para pavimento vial. Se eligió un diseño experimental puro y explicativo. Su método de **muestreo** alterado, que la aplicación individual de cal y goma guar (GG). En el caso del tratado exclusivamente con cal, la UCS mostró una tendencia creciente conforme avanzaba el tiempo de curado. Por el contrario, el efecto de la goma guar fue limitado, observándose una mejora notable solo hasta los primeros 7 días de curado, debido a la biodegradación del biopolímero ocasionada por la actividad microbiana del suelo durante periodos prolongados. La combinación de cal y GG mostró un rendimiento superior en términos de UCS y del índice de soporte California en contraste con solo cal; no obstante, esta última obtuvo mejores resultados en lo que respecta al índice de hinchamiento (SLR). Finalmente, se infirió que la dosificación para maximizar la resistencia del suelo corresponde a una mezcla de 3% de cal y 0.3% de goma guar.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Biopolímero Goma Guar**

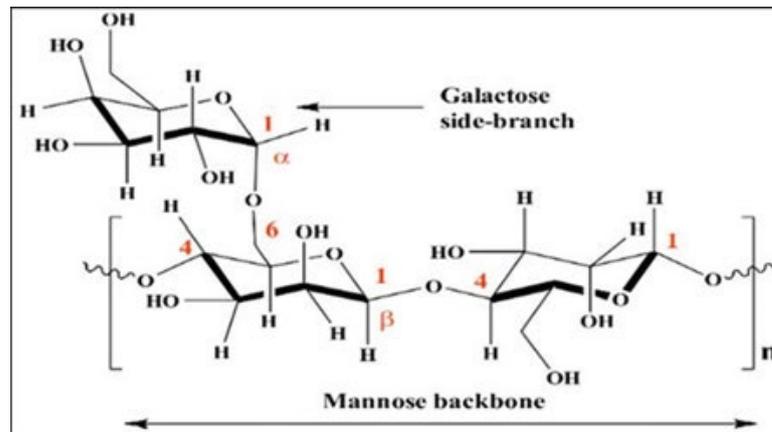
Es un polisacárido natural derivado que se deriva de la planta *Cyamopsis Tetragonoloba*. Es ampliamente utilizada como aditivo por ser espesante, estabilizante y cohesivo (Gómez & Linares, 2022).

#### **2.2.1.1. Propiedades relevantes de la goma guar**

- Cohesión: Al ser un agente cohesivo, mejora la resistencia al corte y reduce la deformación (Martínez et al., 2023).
- Retención de agua: Incrementa la humedad, lo que mejora las condiciones de compactación y la densidad máxima seca (Castro & Valverde, 2023).
- Efecto estabilizante: Facilita la reducción de la plasticidad, haciéndolos más aptos para aplicaciones viales (Lozano et al., 2022).

Asimismo, tiene una estructura principal lineal de manosa con ramificaciones de galactosa, caracterizado por abundantes grupos hidroxilo que forman enlaces de hidrógeno, lo cual aumenta su viscosidad. Al mezclarse con el suelo, parte de la goma guar ocupa los poros mientras que otra se adhiere a la superficie mediante diversos enlaces químicos y físicos, siendo los iónicos los más fuertes y los de Van der Waals los más débiles (Biju, 2019).

**Figura 1. Estructura química de la goma guar**



*Fuente: (Dehghan, 2019).*

### 2.2.1.2. Uso en mezclas de suelo

Diversos estudios recientes han explorado el uso de aditivos orgánicos para estabilizar terrenos con atributos arcillosos. Estos aditivos permiten modificar la estructura interna, logrando mejorar su estabilidad y durabilidad frente a cargas externas. En particular, el empleo de proporciones del 1%, 1.5% y 2% de goma guar ha mostrado ser eficaz en aplicaciones prácticas (Paredes & Villanueva, 2023).

### 2.2.1.3. Uso de goma guar en suelos arcillosos

Es utilizado como estabilizador de suelos debido a su capacidad para modificar propiedades hidráulicas y mecánicas (Chang et al., 2015). Estudios demuestran que su incorporación reduce

la permeabilidad y por otro lado incrementa su resistencia al momento del cortea (Ayeldeen et al., 2017).

#### **2.2.1.4. Efecto en propiedades geotécnicas**

- Contenido de humedad: La goma guar retiene agua, modificando la humedad óptima del suelo (Muguda et al., 2017).
- Índice de plasticidad: Reduce la plasticidad en suelos arcillosos (Khatami & O'Kelly, 2013).
- Densidad máxima seca: Disminuye ligeramente debido a la formación de una matriz polimérica (Latifi et al., 2016).
- CBR: Incrementa la resistencia a la penetración (Soltani et al., 2018).
- Permeabilidad: Reduce la permeabilidad al sellar poros, disminuyendo la infiltración de agua (Cabalar et al., 2019).
- **Normativa Peruana e Internacional.**
  - MTC (2023): Establece requisitos para suelos de subrasante en carreteras.
  - ASTM D1883: Método estándar para ensayo CBR.
  - AASHTO T 99: Compactación Proctor modificado.

#### **2.2.2. Propiedades Físico-Mecánicas de los Suelos Arcillosos**

La arcilla es un material de origen mineral resultante de la alteración de rocas feldespáticas, como el granito, y está compuesta principalmente por aluminosilicatos. Sus partículas son extremadamente finas (<.002 mm), lo que le otorga, al mezclarse con agua, moldearse fácilmente.

Su color varía según las impurezas presentes, abarcando tonalidades desde el blanco hasta el rojo anaranjado. Es un recurso abundante y versátil, con aplicaciones que van desde la elaboración de productos cerámicos como ladrillos, hasta su uso en la industria del papel, el vidrio, e incluso farmacéutico para la fabricación de antiácidos y otros compuestos medicinales.

##### **2.2.2.1. Propiedades físicas y químicas de las arcillas**

###### **A. Propiedades físicas**

- Plasticidad: Se moldea fácilmente al ser mezclada con agua (Carenas Fernandez, 2012)
- Adhesión: Posee fuerte atracción entre ella y otras superficies, esto debido a los minerales cargados negativamente (Carenas Fernandez, 2012)

- Porosidad: Los espacios en las partículas de esta, permiten el paso de líquidos y aire (Carenas Fernandez, 2012)
- Resistencia al calor: Si es sometida a temperaturas elevadas, no pierde sus propiedades (Carenas Fernandez, 2012).

## **B. Propiedades químicas**

- ✓ Formación: Se forma de la degradación producto del agua, viento o de manera industrial, siendo que los minerales arcillosos que resultan de ello se agrupan en sedimentos (Carenas Fernandez, 2012).
- ✓ Composición: Se forma a través de otros materiales como el silicato de aluminio hidratado, calcio, entre otros (Carenas Fernandez, 2012).
- ✓ Reactividad: Cambia al contacto con otros minerales, pues su carga negativa atrae otros, pero con la carga opuesta (Carenas Fernandez, 2012).

### **2.2.3. Ensayos de Laboratorio**

#### **2.2.3.1. Ensayo de contenido de humedad**

Los suelos arcillosos, al ser altamente plásticos, requieren un adecuado manejo de la humedad para evitar problemas de inestabilidad estructural (Hernández & García, 2022).

El ensayo descrito implica medir la cantidad de agua, el cual debe secarse a 110° C para poder establecer una diferenciación en su peso entre ambas muestras (húmeda y seca). Su formulación es:

$$w = \frac{\text{peso agua}}{\text{peso suelo seco al horno}} * 100$$

$$w = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} * 100 = \frac{M_W}{M_S}$$

Donde:

$w$ : Humedad, en porcentaje

$M_{CWS}$ : Sumatoria entre el suelo en humedad y el peso del contenedor, en gr.

$M_{CS}$ : Sumatoria entre el suelo seco y el peso del contenedor, en gr.

$M_C$ : Peso del contenedor.

$M_W$ : Peso del agua

$M_S$ : Peso de las partículas sólidas

### **2.2.3.2. Ensayo de índice de plasticidad**

Indica la resta entre el límite líquido y plástico (LL y PL) de un terreno, y constituye un indicador fundamental para su clasificación y evaluación en infraestructura vial. Este parámetro refleja el rango de humedad para mantener su plasticidad, y es determinado mediante ensayos que establecen dichos valores y también el límite de contracción (SL). El LL es la humedad en el que se puede moldear sin romperse en formas definidas, mientras que el PL señala el contenido mínimo en el que puede ser manipulado en hilos finos sin fracturarse. Estos límites permiten clasificar los suelos de acuerdo con su comportamiento mecánico ante variaciones de humedad, siendo esenciales en las cimentaciones, pavimentos y estrategias de erosión.

### **2.2.3.3. Ensayo de densidad máxima seca**

Una adecuada compactación garantiza resistencia de las estructuras (Lozano et al., 2022). La goma guar, al aumentar la cohesión del suelo, permite alcanzar densidades más altas que la humedad.

#### **A. Reglamentos**

- ASTM D1557
- AASHTO T180
- MTC E 115-2000

#### **B. Interpretación de resultados**

Al revelar los hallazgos se hace mediante compactación donde evidencia la asociación entre la seca como la húmeda. En lo alto de dicho gráfico se ubica la densidad seca, en cambio, en el lado opuesto, se identifica a la humedad óptima.

#### **C. Factores intervinientes**

- Suelo: La curva varía de acuerdo con la particularidad de cada suelo.
- Compactación: El grado de energía empleada.
- Método: Al compactar, existe una probabilidad de alterar los resultados.

#### **D. Ensayo de CBR**

El índice California Bearing Ratio cuantifica el soporte de un terreno. Su mejora mediante estabilizadores como la goma guar ha sido demostrada en estudios recientes, mostrando incrementos significativos en proporciones del 1% al 2% (Paredes & Villanueva, 2023). Este método determina la resistencia al corte en un terreno que ha sido compactado y asimismo, el soporte de subrasantes y explanadas.

#### **E. Reglamentos**

Los reglamentos más empleados refieren a:

- ASTM D1883
- AASHTO T193

#### **F. Interpretación de resultados**

Se estima como la asociación entre la carga de penetración (2.54 m.m) en el terreno, y la misma carga, pero en una muestra referencial.

#### **G. Factores intervinientes**

- Suelo: De acuerdo con la particularidad de cada suelo.
- Compactación: El grado de energía empleada afecta el índice de compactación.
- Humedad: Altera el índice de compactación.

### **2.2.3.4. Ensayo de permeabilidad por carga variable**

Determina su capacidad para drenar agua. La reducción de la permeabilidad con goma guar implica consistencia frente a la acción hidráulica (Hernández & García, 2022). Su método determina el coeficiente de esta, pero en suelos finos, siendo clave la medición de la velocidad con la que fluye el agua en un suelo saturado.

#### **A. Procedimiento**

1. Preparación: El suelo se pone en un permeámetro con variable de carga, el cual está compuesto por un cilindro impermeable con dos caras porosas.
2. Aplicación: La carga hidráulica inicial llena con agua, el instrumento de medición.
3. Medición: Se estima cuanto demora el agua en descender.
4. Cálculo: En base al tiempo y caída, y haciendo uso de la ley Darcy, se consigue el coeficiente de permeabilidad.

#### **B. Reglamentos**

Se encuentra en ASTM D2434–68 y AASHTO T125–66, teniendo como finalidad la reproductibilidad en su aplicación.

### **C. Interpretación de resultados**

K: Indica la velocidad con la que fluye el agua en el terreno, siendo poco (<K) o muy permeable (>K). Este valor influye en la estabilidad de taludes, la consolidación y la filtración.

### **D. Factores intervinientes**

- Heterogeneidad: Afecta los resultados.
- Saturación: Mientras más saturado, mayor confiabilidad.
- Temperatura: Dependiendo de cómo se encuentre el agua afecta en la viscosidad.
- Gradiente hidráulico: Su magnitud altera determinados suelos.

## **2.2.4. Estructura de Pavimentos Flexibles y Rígidos**

Los pavimentos son estructuras diseñadas para soportar cargas vehiculares y condiciones climáticas, distribuyendo los esfuerzos hacia las capas inferiores (subrasante y subbase). Se dividen principalmente en flexibles y rígidos, cada uno con características y normativas específicas (AASHTO, 2018).

### **2.2.4.1. Pavimentos Flexibles**

Son estructuras multicapa diseñadas para distribuir las cargas vehiculares mediante la deformación elástica de sus capas asfálticas y granulares, donde cada capa cumple una función específica:

- Capa superficial (carpeta asfáltica): Compuesta por mezclas asfálticas, protege las capas inferiores de la intemperie y proporciona resistencia al desgaste (AASHTO, 1993).
- Base granular: Materiales triturados (grava o piedra) que transfieren las cargas a la subbase.
- Subbase granular: Capa de transición que minimiza los esfuerzos sobre la subrasante.
- Subrasante: Suelo natural o estabilizado que soporta la estructura.

### **A. Reglamentación Peruana**

En Perú, el MTC (2023) establece en su apartado 400 vinculado a los suelos y a los pavimentos que:

- La subrasante debe tener un  $\text{CBR} \geq 6\%$  para carreteras de bajo volumen de tráfico.
- Los materiales granulares para base y subbase deben cumplir gradaciones específicas (granulometría continua según la norma ASTM D6927).
- La compactación de capas debe ser mínimo con un porcentaje de 95.

Además, el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura (RGNI, 2021) exige estudios geotécnicos previos al diseño, incluyendo análisis de suelos y ensayos de laboratorio para conseguir estabilidad por un periodo extenso.

## **B. Importancia de la subrasante en pavimentos flexibles**

La subrasante es crítica porque concentra hasta el 70% de las deformaciones bajo cargas repetidas (Huang, 2004). Suelos arcillosos, como los de Combapata (Cusco), suelen presentar baja capacidad portante ( $\text{CBR} < 5\%$ ) y alta plasticidad, lo que genera hundimientos y fisuras (MTC, 2023). La estabilización con biopolímeros, como la goma guar, busca mejorar estas propiedades geotécnicas, reduciendo costos de mantenimiento (Ayeldeen et al., 2017).

La incorporación de este aditivo que es la goma guar en la subrasante puede mitigar estos problemas al incrementar el CBR y reducir la permeabilidad (Cabalar et al., 2019).

### **2.2.4.2. Pavimentos Rígidos**

Son estructuras de concreto que distribuyen las cargas vehiculares mediante la acción de losa, aprovechando su alta rigidez a flexión. Según la American Concrete Pavement Association (ACPA, 2020), su estructura típica consta de:

1. Losa de concreto: Espesor varía entre 15-30 cm según tránsito (MTC, 2023)
  - Módulo de elasticidad  $\geq 300,000 \text{ kg/cm}^2$  (ACI 330R-08).
2. Base estabilizada: Material concreto magro ( $100\text{-}150 \text{ kg/cm}^2$ ) o agregados tratados con cemento.
  - Función: Proveer soporte uniforme y controlar bombeo (AASHTO, 1993).
3. Subrasante: Módulo de reacción (k) mínimo:  $50 \text{ MPa/m}$  (AASHTO, 1993).
  - Tratamiento requerido cuando  $k < 25 \text{ MPa/m}$ .

## **A. Normativa Peruana (RGNI, 2021)**

- Exige análisis de fatiga (máx. 500 micro deformaciones)
- Juntas cada 4-5m (MTC, 2023)
- Dosificación de mezcla según ACI 211.1

## **B. Ventajas comparativas**

- Vida útil: 30-40 años vs 15-20 de flexibles (ACPA, 2020).
- Mantenimiento: 40% menor costo ciclo de vida (Huang, 2004).
- Resistencia: Mayor capacidad para tránsito pesado (MTC, 2023).

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Goma guar**

Un aditivo natural utilizado por sus propiedades espesantes y estabilizantes en la mejora de suelos arcillosos.

### **2.3.2. Proporciones**

Diferentes concentraciones de goma guar analizadas (1%, 1.5%, y 2%).

### **2.3.3. Propiedades físico-mecánicas**

Variables dependientes que incluyen la humedad, densidad seca, plasticidad, permeabilidad e índice CBR.

### **2.3.4. Suelos arcillosos**

Material de estudio caracterizado por su baja capacidad portante, alta plasticidad y problemas de estabilidad estructural.

### **2.3.5. Carretera Emp Pe-3S Combapata**

Contexto específico de aplicación, un tramo vial que enfrenta problemas de estabilidad del terreno.

### **2.3.6. Estabilización de suelos**

Proceso donde la resistencia se mejora, al igual que la durabilidad y capacidad portante mediante aditivos como la goma guar.

### **2.3.7. Contenido de humedad**

Afecta el comportamiento mecánico del suelo y que es afectado por la aplicación de la goma guar.

### **2.3.8. Densidad seca**

Indicador de compactación que refleja la mejora de las condiciones estructurales del suelo.

### **2.3.9. Normatividad**

Reglas y estándares que controlan tanto el diseño como al ejecutar proyectos de infraestructura, tales como las normas peruanas para suelos y pavimentos.

### **2.3.10. Innovación**

Uso de aditivos naturales como la goma guar, que representa un enfoque novedoso y sostenible en ingeniería civil.

### **2.3.11. Sostenibilidad**

Principio subyacente al uso de biopolímeros, que busca ser amable con el ambiente, pero manteniendo la optimización de los recursos viales.

### **2.3.12. CBR**

Índice de soporte que mide su resistencia frente a la aplicación de cargas, indicador crucial en el diseño de pavimentos.

### **2.3.13. Plasticidad**

Propiedad del suelo que afecta su deformabilidad y es mejorada significativamente con la adición de goma guar.

### **2.3.14. Permeabilidad**

Propiedad para que el agua fluya, reducida con la aplicación de estabilizantes.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Método, Tipo, Alcance de la Investigación**

#### **3.1.1. Método de la Investigación**

Se realizará con una perspectiva cuantitativa, estando dirigida a “probar hipótesis previamente formuladas” (Hernández et al., 2014, p. 6).

#### **3.1.2. Tipo de Investigación**

Será aplicado donde nos dice que “La investigación aplicada se enfoca en resolver problemas específicos de la práctica, buscando generar conocimientos directamente utilizables” (Hernández et al., 2014).

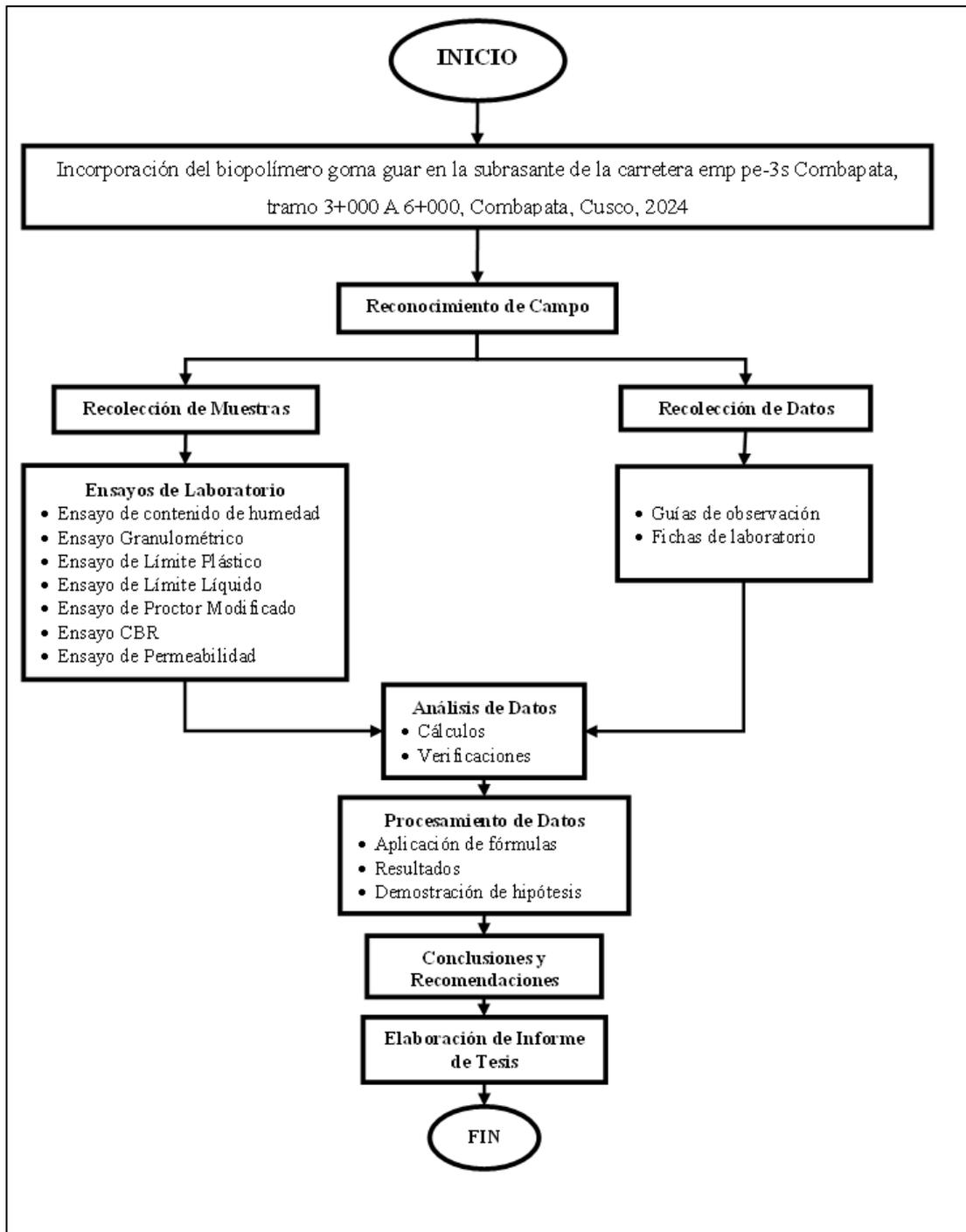
#### **3.1.3. Nivel de Investigación**

Será correlacional, pues se analiza la asociación entre las proporciones de goma guar (1%, 1.5%, 2%) y las propiedades del suelo. Según Hernández et al. (2018), sirve para identificar patrones de comportamiento entre variables en contextos aplicados, sin manipulación experimental extrema.

#### **3.1.4. Diseño de la Investigación**

Lo mejor es un nivel experimental donde nos explica que “es clave para validar científicamente los efectos de una intervención en contextos específicos” (Hernández Sampieri et al., 2014)

**Figura 2. Diseño de estudio**



*Fuente. Cruz (2025).*

## **3.2. Población y Muestra**

### **3.2.1. Población**

Estará compuesta por los suelos arcillosos localizados en el tramo 3+000 a 6+000 que constituye 3 kilómetros de la subrasante la carretera Emp. PE-3S Combapata. Esta se delimitó bajo criterios geotécnicos y geográficos, considerando la homogeneidad del tipo de suelo y su exposición a condiciones ambientales similares (Hernández et al., 2018). Las muestras recolectadas representan unidades estratigráficas y sectores críticos del tramo, siguiendo protocolos estandarizados para estudios de estabilización de suelos (ASTM D4318-17, 2017)".

### **3.2.2. Muestra**

La muestra se compone de 15 unidades de análisis, obtenidas mediante 3 calicatas estratigráficas realizadas en el tramo de estudio. De cada calicata, se extrajeron 5 muestras inalteradas, las cuales fueron asignadas a los siguientes ensayos de laboratorio: (1) humedad natural (ASTM D2216), índice de plasticidad (ASTM D4318), densidad máxima seca (ASTM D698), CBR (ASTM D1883) y permeabilidad (ASTM D2434).

## **3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

### **3.3.1. Técnica de Recolección de Datos**

Según Hernández et al. (2014), "refiere al procedimiento para registrar información de manera sistemática y estructurada" (p. 208). En este caso, la combinación de observación estructurada y experimentación facilita la identificación de las variaciones en el terreno con goma GUAR, por lo tanto, se pretende examinar el impacto de añadir goma GUAR en sus propiedades; a este respecto se empleará la observación estructurada y la experimentación en el laboratorio.

Los ejemplares obtenidos del suelo se evaluarán en laboratorio acerca de la humedad, plasticidad, densidad seca máxima, CBR y permeabilidad antes y después de su incorporación a la goma guar a los siguientes porcentajes 1%, 1.5% y 2%.

### **3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

Donde nos dice Hernández et al. (2014), "los formatos de control y las fichas de trabajo son herramientas esenciales para la recolección y organización de datos, permitiendo sistematizar la información obtenida en los distintos procedimientos de investigación" (p. 210).

**Figura 3. Formato de contenido de humedad**

	<b>INFORME</b>	Código		
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE AGT M C 566-19</b>	Versión		
		Fecha		
		Página		
Título: _____ Fecha: N° _____ Elaborado por: _____ Modificado por: _____ Aprobado por: _____ Empleado por: _____ Autorización Propietario: _____ Fecha Emisión: _____				
Código de Muestra: 11-25-1111 Procedencia: 1-2 N° de Muestra: 11-25-1111-1 Programa: 22-111				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>
1	Peso del Recipiente	g	11.0	M-1
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	11.0	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	11.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.0	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>
1	Peso del Recipiente	g	11.0	M-2
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	11.0	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	11.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.0	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>
1	Peso del Recipiente	g	11.0	M-3
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	11.0	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	11.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.0	
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA</b> <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">11.0 %</span>				
<small>Horizontal Axis</small>				
<b>SICNCO - LEM</b>	<b>JEPF - LEM</b>	<b>CCC - LEM</b>		
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:		

Fuente. Cruz (2025).

**Figura 4. Formato de índice de plasticidad**

	<b>INFORME</b>	Código	
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM C 136</b>	Fecha	81
		Página	

---

Fecha: _____ Registro N°: _____	Muestreado por: _____
Solicitante: _____	Ensayado por: _____
Función: _____	Fecha de Ensayo: _____
Utilización del Proyecto: _____	

---

Código de Muestra: _____ Procedencia: _____ N° de Muestra: _____ Programas: _____	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <tr> <td style="font-size: 7px;"><b>Familia</b></td> <td style="font-size: 7px;"><b>1</b></td> <td style="font-size: 7px;"><b>2</b></td> <td style="font-size: 7px;"><b>3</b></td> <td style="font-size: 7px;"><b>4</b></td> </tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 100°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 105°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 110°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 115°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 120°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 125°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 130°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 135°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 140°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 145°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 150°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 155°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 160°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 165°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 170°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 175°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 180°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 185°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 190°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 195°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 200°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 205°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 210°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 215°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 220°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 225°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 230°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 235°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 240°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 245°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 250°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 255°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 260°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 265°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 270°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 275°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 280°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 285°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 290°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 295°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 300°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 305°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 310°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 315°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 320°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 325°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 330°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 335°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 340°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 345°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 350°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 355°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 360°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 365°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 370°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 375°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 380°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 385°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 390°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 395°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 400°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	<b>Familia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	Horno 100°C					Horno 105°C					Horno 110°C					Horno 115°C					Horno 120°C					Horno 125°C					Horno 130°C					Horno 135°C					Horno 140°C					Horno 145°C					Horno 150°C					Horno 155°C					Horno 160°C					Horno 165°C					Horno 170°C					Horno 175°C					Horno 180°C					Horno 185°C					Horno 190°C					Horno 195°C					Horno 200°C					Horno 205°C					Horno 210°C					Horno 215°C					Horno 220°C					Horno 225°C					Horno 230°C					Horno 235°C					Horno 240°C					Horno 245°C					Horno 250°C					Horno 255°C					Horno 260°C					Horno 265°C					Horno 270°C					Horno 275°C					Horno 280°C					Horno 285°C					Horno 290°C					Horno 295°C					Horno 300°C					Horno 305°C					Horno 310°C					Horno 315°C					Horno 320°C					Horno 325°C					Horno 330°C					Horno 335°C					Horno 340°C					Horno 345°C					Horno 350°C					Horno 355°C					Horno 360°C					Horno 365°C					Horno 370°C					Horno 375°C					Horno 380°C					Horno 385°C					Horno 390°C					Horno 395°C					Horno 400°C				
<b>Familia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Horno 100°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 105°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 110°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 115°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 120°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 125°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 130°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 135°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 140°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 145°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 150°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 155°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 160°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 165°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 170°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 175°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 180°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 185°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 190°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 195°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 200°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 205°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 210°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 215°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 220°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 225°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 230°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 235°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 240°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 245°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 250°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 255°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 260°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 265°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 270°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 275°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 280°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 285°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 290°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 295°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 300°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 305°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 310°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 315°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 320°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 325°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 330°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 335°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 340°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 345°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 350°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 355°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 360°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 365°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 370°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 375°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 380°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 385°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 390°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 395°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Horno 400°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

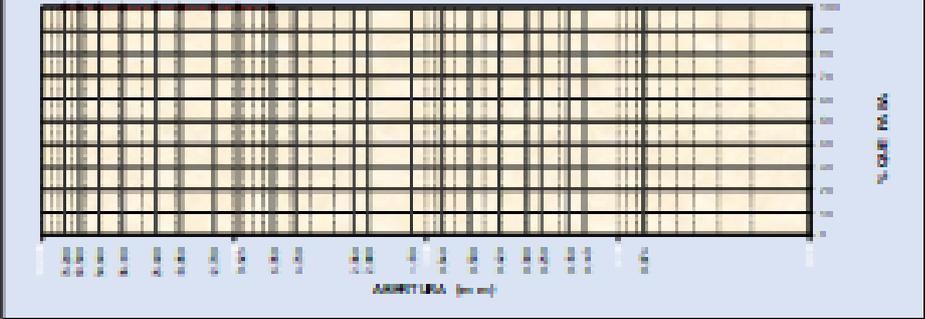
---

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: 10px;"> <thead> <tr> <th style="font-size: 8px;">Tamano</th> <th style="font-size: 8px;">Retenido</th> <th style="font-size: 8px;">Pasa</th> <th style="font-size: 8px;">Retenido</th> <th style="font-size: 8px;">Parcial</th> <th style="font-size: 8px;">Acumulada</th> <th style="font-size: 8px;">Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>75</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>150</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>300</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>600</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1200</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2500</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>35000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>45000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>75000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>150000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>250000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>300000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>375000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>475000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>600000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>750000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1000000</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>0.000</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamano	Retenido	Pasa	Retenido	Parcial	Acumulada	Pasa	75	0.000	100.000					150	0.000	100.000					300	0.000	100.000					600	0.000	100.000					1200	0.000	100.000					2500	0.000	100.000					5000	0.000	100.000					10000	0.000	100.000					15000	0.000	100.000					20000	0.000	100.000					25000	0.000	100.000					30000	0.000	100.000					35000	0.000	100.000					40000	0.000	100.000					45000	0.000	100.000					50000	0.000	100.000					60000	0.000	100.000					75000	0.000	100.000					100000	0.000	100.000					150000	0.000	100.000					200000	0.000	100.000					250000	0.000	100.000					300000	0.000	100.000					375000	0.000	100.000					475000	0.000	100.000					600000	0.000	100.000					750000	0.000	100.000					1000000	0.000	100.000					TOTAL	0.000	100.000					<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <tr> <td style="font-size: 7px;"><b>Familia</b></td> <td style="font-size: 7px;"><b>1</b></td> <td style="font-size: 7px;"><b>2</b></td> <td style="font-size: 7px;"><b>3</b></td> <td style="font-size: 7px;"><b>4</b></td> </tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 100°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 105°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 110°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 115°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 120°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 125°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 130°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 135°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 140°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 145°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 150°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 155°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 160°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 165°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 170°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 175°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 180°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 185°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 190°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 195°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 200°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 205°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 210°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 215°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 220°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 225°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 230°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 235°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 240°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 245°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 250°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 255°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 260°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 265°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 270°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 275°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 280°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 285°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 290°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 295°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 300°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 305°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 310°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 315°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 320°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 325°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 330°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 335°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 340°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 345°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 350°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 355°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 360°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 365°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 370°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 375°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 380°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 385°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 390°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 395°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: 7px;">Horno 400°C</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	<b>Familia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	Horno 100°C					Horno 105°C					Horno 110°C					Horno 115°C					Horno 120°C					Horno 125°C					Horno 130°C					Horno 135°C					Horno 140°C					Horno 145°C					Horno 150°C					Horno 155°C					Horno 160°C					Horno 165°C					Horno 170°C					Horno 175°C					Horno 180°C					Horno 185°C					Horno 190°C					Horno 195°C					Horno 200°C					Horno 205°C					Horno 210°C					Horno 215°C					Horno 220°C					Horno 225°C					Horno 230°C					Horno 235°C					Horno 240°C					Horno 245°C					Horno 250°C					Horno 255°C					Horno 260°C					Horno 265°C					Horno 270°C					Horno 275°C					Horno 280°C					Horno 285°C					Horno 290°C					Horno 295°C					Horno 300°C					Horno 305°C					Horno 310°C					Horno 315°C					Horno 320°C					Horno 325°C					Horno 330°C					Horno 335°C					Horno 340°C					Horno 345°C					Horno 350°C					Horno 355°C					Horno 360°C					Horno 365°C					Horno 370°C					Horno 375°C					Horno 380°C					Horno 385°C					Horno 390°C					Horno 395°C					Horno 400°C				
Tamano	Retenido	Pasa	Retenido	Parcial	Acumulada	Pasa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
75	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
150	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
300	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
600	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1200	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2500	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
15000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
20000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
25000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
30000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
35000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
40000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
45000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
50000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
60000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
75000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
100000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
150000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
200000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
250000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
300000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
375000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
475000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
600000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
750000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1000000	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
TOTAL	0.000	100.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<b>Familia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Horno 100°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 105°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 110°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 115°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 120°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 125°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 130°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 135°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 140°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 145°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 150°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 155°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 160°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 165°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 170°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 175°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 180°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 185°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 190°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 195°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 200°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 205°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 210°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 215°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 220°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 225°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 230°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 235°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 240°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 245°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 250°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 255°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 260°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 265°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 270°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 275°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 280°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 285°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 290°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 295°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 300°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 305°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 310°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 315°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 320°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 325°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 330°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 335°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 340°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 345°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 350°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 355°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 360°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 365°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 370°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 375°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 380°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 385°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 390°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 395°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Horno 400°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

---

Nivel de control (LEA) : _____ Clasificación (ASTM C) : _____	L.L. : _____ L.P. : _____
--	------------------------------

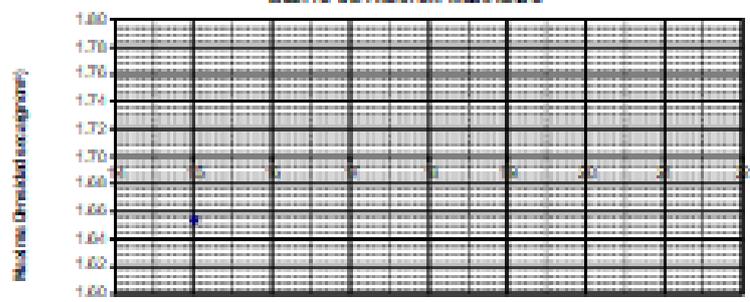
**CURVA GRANULOMÉTRICA**



TECNICO LEM	JEFE LEM	COC-LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

Fuente. Cruz (2025).

Figura 5. Formato de máxima densidad seca

	<b>INFORME</b>	Páginas																																																																																											
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO PROCTOR MODIFICADO	Versión																																																																																											
		Fecha																																																																																											
		Página																																																																																											
Tema: _____ Registro N°: _____																																																																																													
Solicitante: _____ Muestreado por: _____ Atención: _____ Ensayado por: _____ Ubicación de Proyecto: _____ Fecha de Ensayo: _____																																																																																													
Código de Muestra: _____ Procedencia: _____ N° de Muestra: _____ Programa: _____																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Compensación</th> <th colspan="4">Muestra:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Planta N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Número de capas</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Número de golpes</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso suelo + molde (g.)</td><td>1000</td><td>1000</td><td>1000</td><td>1000</td></tr> <tr><td>Peso molde (g.)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso suelo compactado (g.)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Compensación	Muestra:				Planta N°					Número de capas					Número de golpes					Peso suelo + molde (g.)	1000	1000	1000	1000	Peso molde (g.)					Peso suelo compactado (g.)					Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )					Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Humedad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tasa N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Tasa + sus líquidos (g.)</td><td>100.00</td><td>100.00</td><td>100.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>Tasa + sus sólidos (g.)</td><td>70.00</td><td>70.00</td><td>70.00</td><td>70.00</td></tr> <tr><td>Peso de agua (g.)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso de tasa (g.)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso de suelo seco (g.)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Humedad (%)					Tasa N°					Tasa + sus líquidos (g.)	100.00	100.00	100.00	100.00	Tasa + sus sólidos (g.)	70.00	70.00	70.00	70.00	Peso de agua (g.)					Peso de tasa (g.)					Peso de suelo seco (g.)					Humedad (%)					Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )				
Compensación	Muestra:																																																																																												
Planta N°																																																																																													
Número de capas																																																																																													
Número de golpes																																																																																													
Peso suelo + molde (g.)	1000	1000	1000	1000																																																																																									
Peso molde (g.)																																																																																													
Peso suelo compactado (g.)																																																																																													
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )																																																																																													
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )																																																																																													
Humedad (%)																																																																																													
Tasa N°																																																																																													
Tasa + sus líquidos (g.)	100.00	100.00	100.00	100.00																																																																																									
Tasa + sus sólidos (g.)	70.00	70.00	70.00	70.00																																																																																									
Peso de agua (g.)																																																																																													
Peso de tasa (g.)																																																																																													
Peso de suelo seco (g.)																																																																																													
Humedad (%)																																																																																													
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )																																																																																													
Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm <sup>3</sup> ): _____ Óptimo Contenido de Humedad (%): _____																																																																																													
<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>																																																																																													
																																																																																													
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: _____		<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma: _____																																																																																											
<b>COC - LEM</b> Nombre y firma: _____																																																																																													

Fuente. Cruz (2025).

Figura 6. Formato de CBR

	<b>INFORME</b>		Código																																																																																																																																																									
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1533</b>		Versión																																																																																																																																																									
			Fecha																																																																																																																																																									
			Página																																																																																																																																																									
Texto: _____			Hojalet N°: _____																																																																																																																																																									
Solicitante: _____ Almacén: _____ Ubicación de Proyecto: _____		Muestreado por: _____ Ensayado por: _____ Fecha de Ensayo: _____																																																																																																																																																										
Código de Muestra: _____ Procedencia: _____ N° de Muestra: _____ Propósito: _____																																																																																																																																																												
Muestra Densidad Seca (pcf/cm <sup>3</sup> ): _____ Óptimo Contenido de Humedad (%): _____																																																																																																																																																												
<b>Compactación</b>		<b>Humedad (%)</b>																																																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">Muestra N°</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (lb)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (kg)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (g)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (oz)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (lb)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (kg)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (g)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (oz)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (lb)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (kg)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (g)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Wet weight (oz)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Muestra N°				Wet weight (lb)				Wet weight (kg)				Wet weight (g)				Wet weight (oz)				Wet weight (lb)				Wet weight (kg)				Wet weight (g)				Wet weight (oz)				Wet weight (lb)				Wet weight (kg)				Wet weight (g)				Wet weight (oz)				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">Tasa N°</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Tamaño del cilindro (in.)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Tamaño del cilindro (cm)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso del agua (g)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso del suelo (g)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Humedad (%)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Densidad Seca (pcf/cm<sup>3</sup>)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Tasa N°				Tamaño del cilindro (in.)				Tamaño del cilindro (cm)				Peso del agua (g)				Peso del suelo (g)				Humedad (%)				Densidad Seca (pcf/cm <sup>3</sup> )																																																																												
Muestra N°																																																																																																																																																												
Wet weight (lb)																																																																																																																																																												
Wet weight (kg)																																																																																																																																																												
Wet weight (g)																																																																																																																																																												
Wet weight (oz)																																																																																																																																																												
Wet weight (lb)																																																																																																																																																												
Wet weight (kg)																																																																																																																																																												
Wet weight (g)																																																																																																																																																												
Wet weight (oz)																																																																																																																																																												
Wet weight (lb)																																																																																																																																																												
Wet weight (kg)																																																																																																																																																												
Wet weight (g)																																																																																																																																																												
Wet weight (oz)																																																																																																																																																												
Tasa N°																																																																																																																																																												
Tamaño del cilindro (in.)																																																																																																																																																												
Tamaño del cilindro (cm)																																																																																																																																																												
Peso del agua (g)																																																																																																																																																												
Peso del suelo (g)																																																																																																																																																												
Humedad (%)																																																																																																																																																												
Densidad Seca (pcf/cm <sup>3</sup> )																																																																																																																																																												
<b>Aplicación de Carga</b>																																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">Porcentaje</th> <th rowspan="2">Pavimento</th> <th colspan="2">Pavimento</th> <th colspan="2">Pavimento</th> <th colspan="2">Pavimento</th> </tr> <tr> <th>Dual</th> <th>Flexión</th> <th>Dual</th> <th>Flexión</th> <th>Dual</th> <th>Flexión</th> </tr> <tr> <td>(Pulg.)</td> <td>(mm.)</td> <td>(Pav.)</td> <td>(Pav.)</td> <td>(Pav.)</td> <td>(Pav.)</td> <td>(Pav.)</td> <td>(Pav.)</td> </tr> <tr><td>0.025</td><td>0.64</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.050</td><td>1.27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.075</td><td>1.91</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.100</td><td>2.54</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.150</td><td>3.81</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.200</td><td>5.08</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.250</td><td>6.35</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.300</td><td>7.62</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.350</td><td>8.89</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.400</td><td>10.16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.450</td><td>11.43</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.500</td><td>12.70</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Porcentaje	Pavimento	Pavimento		Pavimento		Pavimento		Dual	Flexión	Dual	Flexión	Dual	Flexión	(Pulg.)	(mm.)	(Pav.)	(Pav.)	(Pav.)	(Pav.)	(Pav.)	(Pav.)	0.025	0.64							0.050	1.27							0.075	1.91							0.100	2.54							0.150	3.81							0.200	5.08							0.250	6.35							0.300	7.62							0.350	8.89							0.400	10.16							0.450	11.43							0.500	12.70							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">Fecha</th> <th colspan="3">Espesor (Pulg.)</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr><td>00-00-00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>01-00-00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>02-00-00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>03-00-00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>04-00-00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>05-00-00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>% RDP</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Fecha	Espesor (Pulg.)			1	2	3	00-00-00				01-00-00				02-00-00				03-00-00				04-00-00				05-00-00				% RDP			
Porcentaje	Pavimento			Pavimento		Pavimento		Pavimento																																																																																																																																																				
		Dual	Flexión	Dual	Flexión	Dual	Flexión																																																																																																																																																					
(Pulg.)	(mm.)	(Pav.)	(Pav.)	(Pav.)	(Pav.)	(Pav.)	(Pav.)																																																																																																																																																					
0.025	0.64																																																																																																																																																											
0.050	1.27																																																																																																																																																											
0.075	1.91																																																																																																																																																											
0.100	2.54																																																																																																																																																											
0.150	3.81																																																																																																																																																											
0.200	5.08																																																																																																																																																											
0.250	6.35																																																																																																																																																											
0.300	7.62																																																																																																																																																											
0.350	8.89																																																																																																																																																											
0.400	10.16																																																																																																																																																											
0.450	11.43																																																																																																																																																											
0.500	12.70																																																																																																																																																											
Fecha	Espesor (Pulg.)																																																																																																																																																											
	1	2	3																																																																																																																																																									
00-00-00																																																																																																																																																												
01-00-00																																																																																																																																																												
02-00-00																																																																																																																																																												
03-00-00																																																																																																																																																												
04-00-00																																																																																																																																																												
05-00-00																																																																																																																																																												
% RDP																																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"><b>TECNICO LEM</b></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><b>JEFE LEM</b></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><b>COC - LEM</b></td> </tr> <tr> <td style="height: 50px; vertical-align: top;">Nombre y firma:</td> <td style="height: 50px; vertical-align: top;">Nombre y firma:</td> <td style="height: 50px; vertical-align: top;">Nombre y firma:</td> </tr> </table>		<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>COC - LEM</b>	Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:																																																																																																																																																					
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>COC - LEM</b>																																																																																																																																																										
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:																																																																																																																																																										

Fuente: Cruz (2025).

**Figura 7. Formato de ensayo de permeabilidad**

	<b>INFORME</b>	Código	
	<b>ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE</b>	Versión	
	<b>ASTM D2434 – 68</b>	Fecha	
		Página	

Tesis :	Registro N°:
Solicitante :	Muestreado por :
Atención :	Ensayado por :
Ubicación de Proyecto :	Fecha de Ensayo:

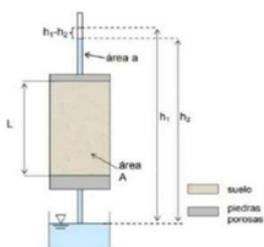
---

Código de Muestra :	
Procedencia :	
N° de Muestra :	
Progresiva :	

<b>DATOS INICIALES</b>	<b>VALORES</b>
Diámetro de la muestra (cm)	
Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	
Altura de la muestra (cm)	
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	
Área de la bureta (cm <sup>2</sup> )	



$$K_{20} = K_T \frac{\mu_T}{\mu_{20}}$$

$$K_T = 2.3 \frac{L \cdot a}{A \cdot \Delta t} \log_{10} \frac{h_1}{h_2}$$

**Valores típicos de conductividad hidráulica**

TIPO DE SUELO	k (cm/s)
Grava limpia	
Arena gruesa	
Arena fina	
Arcilla limosa	
Arcilla	

Temperatura T (°C)	ut/u20
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

ENSAYO	1	2	3
Carga inicial h1 (cm)			
Carga final h2 (cm)			
Tiempo t (seg)			
Temperatura T °C			
Ut/u20			
Permeabilidad a la temperatura T (cm/seg)			
Permeabilidad a la temperatura de 20°C (cm/seg)			

Tabla Final	
KT (cm/seg)	
K20 (cm/seg)	

<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

Fuente. Cruz (2025).

### **3.3.3. Validez**

Hernández et al. (2014), indica que "es la exactitud de los hallazgos que reflejan la relación entre las variables que se están investigando, sin que factores ajenos alteren los resultados" (p. 203).

Esta investigación su validez de contenido de las pruebas, está altamente asegurando los métodos y procedimientos por INGEOCONTROL y garantizan que los resultados sean los adecuados lo que se pretende.

## **3.4. Materiales y Métodos**

### **3.4.1. Materiales**

Muestras de suelo arcilloso. Estas muestras se recogen en puntos estratégicos del largo tramo en estudio.

Goma guar en polvo mezclada con el suelo en porcentajes del 1, 1,5 y 2 en función del peso seco. El biopolímero será de grado comercial, asegurando calidad y propiedades adecuadas para su uso en suelo.

#### **3.4.1.1. Equipo de laboratorio**

- ✓ Presa CBR: Antes de realizar el estudio de resistencia y dimensión de carga.
- ✓ Equipo de compactación Proctor: Prueba de compactación.
- ✓ Conjunto para límites de consistencia: Para medir el nivel de plasticidad, se incluyen dispositivos de prueba para los límites de líquido y plasticidad (dispositivos Casagrande, espátulas, recipientes).
- ✓ Cámara de Permeabilidad: Antes de medir la permeabilidad.
- ✓ Clasificación de precisión: Para medir las proporciones exactas de tierra y goma guar.

### **3.4.2. Métodos**

#### **3.4.2.1. Recolección de muestras**

Se realizará la extracción de suelos de diferentes puntos del tramo 3+000 a 6+000 de la carretera Emp PE-3S, siguiendo procedimientos estandarizados (ASTM D75/D75M-19). Las muestras serán transportadas al laboratorio y secadas al aire para eliminar humedad superficial. Luego, se tamizarán y dividirán en porciones para los ensayos experimentales.

#### **3.4.2.2. Tratamiento de las muestras**

Se prepararán tres series de muestras con diferentes concentraciones de goma guar: 1%, 1.5%, y 2%. El biopolímero se mezclará homogéneamente con el suelo arcilloso, asegurando una distribución uniforme.

#### **3.4.3. Ensayos de laboratorio**

Se realizarán antes y después de agregar goma guar:

- Se realizará, antes de añadir goma, el ensayo de humedad de las muestras siguiendo el procedimiento ASTM D2216-19.
- Plasticidad: Para determinar el LL y PL, se utilizarán los procedimientos ASTM D4318-17. Se calculará como la resta entre ambos límites. El ensayo se repetirá con cada concentración de goma guar (1%, 1.5%, y 2%).
- Densidad seca máxima: La compactación se realizará siguiendo el método Proctor estándar. Este ensayo determinará la densidad que se puede lograr en las muestras tratadas con goma guar. Cada muestra se compactará en el molde y se pesará para determinar su densidad.
- Índice de CBR: La prueba CBR se realizará siguiendo el procedimiento ASTM D1883-16. Mide la resistencia bajo simulación de carga vehicular. Se evaluará la resistencia del suelo antes y después del tratamiento con goma guar.
- Permeabilidad: Descubrir la capacidad de flujo de agua (ASTM D2434-68).

#### **3.4.4. Técnicas de Análisis e Interpretación de la Información**

##### **3.4.4.1. Técnicas de análisis cuantitativo**

Se obtendrán datos numéricos de ensayos de laboratorio y campo, el análisis cuantitativo será clave.

### 3.4.5. Técnicas de contrastación de Hipótesis

Se demuestra (demostración que se hará en la tesis) se realizará mediante la modelización del suelo arcilloso, para realizar la evaluación de la incorporación de ceniza volante para la disminución de asentamientos totales.

### 3.4.6. Instrumentos de Ingeniería

#### 3.4.6.1. Dispositivo de carga

El sistema puede estar compuesto por un gato de tornillo con accionamiento eléctrico a través de engranajes, un mecanismo hidráulico o cualquier otro dispositivo que permita controlar la compresión. Es fundamental que el desplazamiento de este equipo se mantenga dentro de una variación máxima del  $\pm 5\%$  respecto al valor previamente programado, garantizando así la precisión del ensayo. Asimismo, se requiere que las vibraciones generadas durante el funcionamiento sean mínimas, con el fin de evitar alteraciones o deformaciones no deseadas.

**Figura 8. Dispositivo de carga**



*Fuente: UTEST equipos para ensayo de materiales-2023.*

#### 3.4.6.2. Proctor modificado

Son cilíndricos y fabricados con recursos de alta resistencia y durabilidad, capaces de soportar las exigencias del procedimiento sin deformarse. Las dimensiones específicas se encuentran detalladas en las secciones técnicas y representaciones gráficas correspondientes del presente documento. Se contemplan tres variantes: moldes de pared sólida, moldes bipartidos

ensamblables y moldes de geometría cónica. En el caso de los moldes de dos piezas, es imprescindible que el acoplamiento sea hermético para impedir pérdidas del material. Los moldes cónicos presentan una leve reducción en el diámetro superior, facilitando la extracción del espécimen compactado.

**Figura 9. Molde Proctor modificado**



*Fuente: ORION RCP Laboratorios-2024.*

### **3.4.6.3. Tamices ASTM**

Se realizará un análisis granulométrico usando tamices estandarizados de 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 micrómetros. La separación de partículas por tamaño se hará por agitación mecánica.

**Figura 10. Tamices**



*Fuente. Cruz (2025).*

#### **3.4.6.4. Agitador de tamices**

Aumenta la eficiencia del tamizado al facilitar el paso de partículas pequeñas a través de las mallas.

**Figura 11. Agitador de tamices**



*Fuente. Cruz (2025).*

### 3.4.6.5. Cuchara de Casagrande

Dirigido a identificar el LL. Este dispositivo cuenta con una copa bronce que cae repetidamente desde 1 cm hacia arriba sobre una base rígida. La prueba consiste en observar cuántos golpes se requieren para que una ranura trazada se cierre sobre una distancia específica.

**Figura 12. Cuchara Casagrande**



*Fuente. Cruz (2025).*

### 3.4.6.6. Horno o estufa eléctrica

Son esenciales en mecánica de suelos. Su función principal es secar muestras de tierra, etapa previa a pruebas geotécnicas.

**Figura 13. Horno**

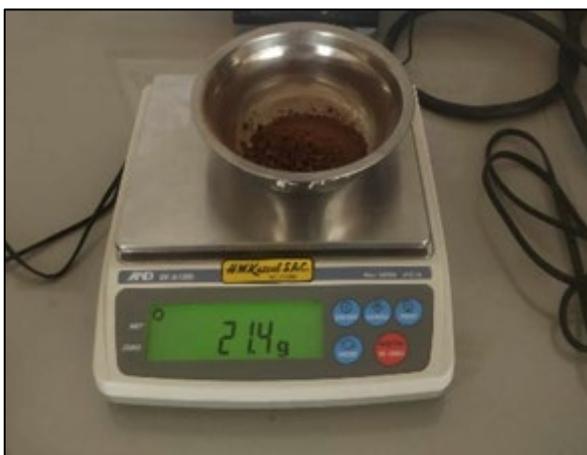


*Fuente. Cruz (2025).*

### 3.4.6.7. Balanza electrónica

Sensibilidad de .1 g que posibilita una medición precisa y confiable de la masa de las muestras.

**Figura 14. Balanza**



*Fuente. Cruz (2025).*

#### **3.4.6.8. Probeta Graduada**

Se usan para medir líquidos con precisión gracias a sus marcas de volumen.

**Figura 15. Probeta graduada**



*Fuente. Cruz (2025).*

#### **3.4.6.9. Vidrio esmerilado**

Para realizar la absorción de agua extra del suelo hasta que comienza a agrietarse, alcanzando un diámetro cercano a los 3 mm, lo que indica que ha absorbido el agua adicional necesaria para su adecuada consistencia.

**Figura 16. Vidrio esmerilado**



*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.5. Procedimiento de Recolección de Datos**

#### **3.5.1. Programa de Investigación**

Es esencial un plan de investigación que cumpla con la Norma E.050 (2006) por tanto incluye:

- Identificación de los límites del terreno.
- La elección de los lugares donde se tomarán las muestras.
- La definición de qué tan profundo se explorará el subsuelo.
- La indicación de las pruebas se llevará a cabo en ese momento y lugar y en laboratorio.

#### **3.5.2. Toma de Muestras**

##### **3.5.2.1. Instrumentos**

- Palas
- Picos

##### **3.5.2.2. Procedimiento**

Según la Norma E.050 (2018), las excavaciones midieron 2x2 m y tuvieron mínimamente una profundidad de 3 m.

### 3.5.3. Ensayo de Contenido de Humedad

#### 3.5.3.1. Instrumentos

- Balanza
- Espátula
- Taras de metal
- Horno eléctrico

#### 3.5.3.2. Procedimiento

Se realizó un análisis gravimétrico para medir el agua en las muestras de suelo. Se midió la masa de recipientes metálicos vacíos. Las muestras humedecidas, fueron cuidadosamente puestas en las taras y pesadas una vez más; posteriormente, en el horno, donde permanecieron a 110°C por 12 horas. Al alcanzar un peso constante, las muestras fueron retiradas y enfriadas en un desecador. La resta entre su peso anterior y seco reveló la humedad.

**Figura 17. Peso de terreno húmedo**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 18. Muestras en horno**



*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.5.3.3. Toma de datos C-1, C2 y C-3**

Esta información extraída de las calicatas está en el anexo 1.

### **3.5.4. Ensayo de LL**

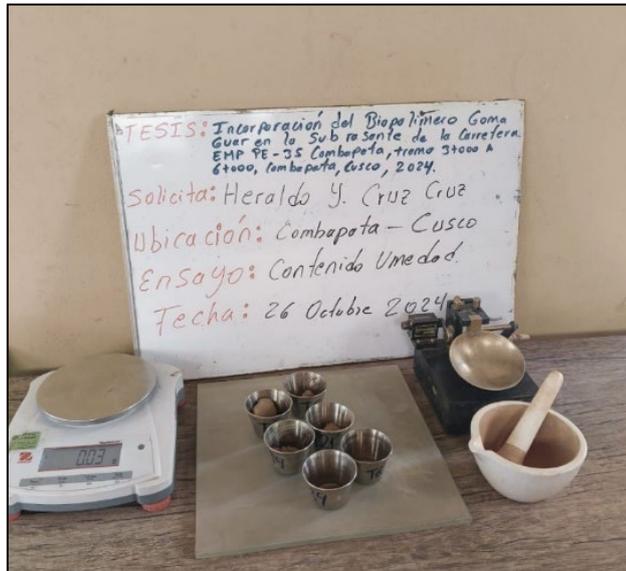
#### **3.5.4.1. Instrumentos utilizados**

- Horno de secado
- Acanalador
- Taras de metal
- Cuchara Casagrande
- Balanza
- Espátula

#### **3.5.4.2. Procedimiento**

Se preparó una mezcla uniforme de suelo de las calicatas 1, 2 y 3 para descubrir el LL. Se ajustaron las proporciones de goma guar en porcentajes (1, 1.5 y 2). Se realizó el ensayo de Casagrande, colocando muestras de suelo en el dispositivo y aplicando impactos hasta que se cerró una ranura. Se ajustó el número de golpes y se estimó la humedad para cada valor.

**Figura 19. Cuchara de Casagrande para LL**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 20. Preparación del suelo**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 21. Colocación en la cuchara**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 22. Ranurado de la muestra**



*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.5.4.3. Toma de datos C-1, C2 y C-3 para el límite líquido.**

Esta información extraída de las calicatas está en anexo 1.

### **3.5.5. Ensayo de LP**

#### **3.5.5.1. Instrumentos**

- Horno

- Balanza
- Vidrio esmerilado
- Varilla de 3mm

### 3.5.5.2. Procedimiento

Del material restante del ensayo anterior, y manteniendo cada muestra según su porcentaje de goma guar (1%, 1.5% y 2%), se tomó una porción de cada calicata y se secó por amasado sobre vidrio esmerilado. Luego se moldeó hasta conseguir la medida de 3.2 milímetros de diámetro, continuando hasta que se agrietara. Se pesó lo húmedo, se secó y se volvió a pesar.

**Figura 23. Muestra amasada en vidrio**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 24. Rollos de calicatas**



*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.5.5.3. Toma de datos C-1, C2 y C-3 para determinar el límite plástico**

La información de humedad de las calicatas está en el anexo 1.

### **3.5.6. Ensayo de Granulometría**

#### **3.5.6.1. Instrumentos**

- Tamices normalizados de tamaño 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200
- Agitador
- Horno de secado
- Balanza

#### **3.5.6.2. Procedimiento**

Se mide, con balanza, la masa cohesiva de suelo. Se limpia y se tamiza con un tamiz número 200 para retener partículas de suelo menores a .075 mm.

**Figura 26. Lavado de material**



*Fuente: Elaboración Propia-2025.*

**Figura 27. Suelo recolectado**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 28. Muestras nevadas**



Fuente. Cruz (2025).

**Figura 29. Tamizado de la muestra seca**



Fuente. Cruz (2025).

### 3.5.6.3. Toma de datos C-1, C2 y C-3 granulometría

El contenido está en el anexo 1.

### 3.5.7. Ensayo de Proctor Modificado

### 3.5.7.1. Instrumentos

- Molde
- Base
- Espátula
- Balanza
- Horno
- Pistón

### 3.5.7.2. Procedimiento

El suelo seco, previamente reducido a un tamaño normado, se mezcló con agua y con goma guar en proporciones del 1%, 1.5% y 2% para cada calicata. Cada mezcla fue compactada en moldes aplicando 25 golpes de maza, luego extraída y pesada. Finalmente, se dejó secando una porción en horno hasta masa constante para su medición.

**Figura 30. Preparación**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 31. Compactación**



*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.5.7.3. Toma de datos C-1, C2 y C-3 para Proctor modificado**

Los datos están en el anexo 1.

### **3.5.8. Ensayo de CBR**

#### **3.5.8.1. Instrumentos**

- Moldes CBR
- Equipo de carga y compactación
- Anillo de carga
- Pistón
- Medidor de penetración

#### **3.5.8.2. Procedimiento**

Se prepararon muestras con humedad de calicatas (1, 2 y 3), añadiéndoles 1%, 1.5% y 2% de goma guar. Luego de compactarlas con una energía específica, se saturaron en agua y se les aplicó una carga mediante un pistón. Midiendo la penetración alcanzada, se calculó el CBR comparando la carga obtenida con la de un suelo patrón para igual profundidad.

**Figura 32. Segunda preparación**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 33. Saturación**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 34. Tercera preparación**



*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.5.8.3. Toma de datos C-1, C2 y C-3 para CBR**

La información está en el anexo 1.

## **3.5.9. Ensayo de Permeabilidad por el Método de Carga Variable**

### **3.5.9.1. Instrumentos**

- Permeámetro
- Generador de presión
- Manómetros
- Probeta

### 3.5.9.2. Procedimiento

Se prepararon nueve muestras, cada una tratada con 1%, 1.5% y 2% de biopolímero. Tras su saturación, mediante vacío o inmersión prolongada para eliminar el aire de los poros, fueron colocadas en un permeámetro con placas filtrantes que facilitaron el flujo del agua. Una vez ensamblado el equipo, se aplicó una carga hidráulica constante y controlada, registrando el volumen de agua drenado en intervalos regulares y ajustando la presión para obtener múltiples mediciones del caudal.

**Figura 35. Ensamblaje del permeámetro**



*Fuente. Cruz (2025).*

**Figura 36. Cálculo de saturación**



*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.5.9.3. Toma de datos C-1, C2 y C-3 para Permeabilidad**

Esta información extraída se encuentra en anexo 1.

## **3.6. Procedimiento de Análisis de Datos**

### **3.6.1. Ensayo de Contenido de Humedad**

#### **3.6.1.1. Procesamiento o cálculos de la prueba**

El PL es cuando un suelo en forma de rollitos finos se desmorona y pierde consistencia o también por la cantidad de agua presente:

$$\omega = \frac{W_{\omega}}{W_S} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

$\omega$ : contenido de agua (%)

$W_{\omega}$ : peso de agua

$W_S$ : peso de suelo seco

**Tabla 1. C-1 para el contenido de humedad**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>HN (%)</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	11.27
	SN + 1.0% de GG	11.17
	SN + 1.5% de GG	10.98
	SN + 2.0% de GG	10.88

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 2. C-2 para el contenido de humedad**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>HN (%)</b>
<b>C-2</b>	Suelo Natural	11.53
	SN + 1.0% de GG	11.32
	SN + 1.5% de GG	11.21
	SN + 2.0% de GG	11.10

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 3. C-3 para el contenido de humedad**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>HN (%)</b>
<b>C-3</b>	Suelo Natural	11.38
	SN + 1.0% de GG	11.10
	SN + 1.5% de GG	11.02
	SN + 2.0% de GG	10.92

*Fuente. Cruz (2025).*

### 3.6.1.2. Análisis de la prueba

Las tres calicatas indican una disminución de la humedad natural al aumentar la goma guar.

**Tabla 4. Contenido de humedad**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>HN (%)</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	11.27
	SN + 1.0% de GG	11.17
	SN + 1.5% de GG	10.98
	SN + 2.0% de GG	10.88
<b>C-2</b>	Suelo Natural	11.53
	SN + 1.0% de GG	11.32
	SN + 1.5% de GG	11.21
	SN + 2.0% de GG	11.10
<b>C-3</b>	Suelo Natural	11.38
	SN + 1.0% de GG	11.10
	SN + 1.5% de GG	11.02
	SN + 2.0% de GG	10.92

*Fuente. Cruz (2025)*

### 3.6.2. Ensayo de LL

#### 3.6.2.1. Procesamiento o cálculos de la prueba

**Tabla 5. C-1 para el LL**

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>L.L.(%)</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	20.61
	SN + 1.0% de GG	32.90
	SN + 1.5% de GG	36.18
	SN + 2.0% de GG	32.07

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 6. C-2 para el LL**

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>L.L.(%)</b>
<b>C-2</b>	Suelo Natural	20.70
	SN + 1.0% de GG	29.71
	SN + 1.5% de GG	33.79
	SN + 2.0% de GG	30.89

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 7. C-3 para el LL**

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>L.L.(%)</b>
<b>C-3</b>	Suelo Natural	20.52
	SN + 1.0% de GG	31.58
	SN + 1.5% de GG	34.07
	SN + 2.0% de GG	30.81

*Fuente. Cruz (2025).*

### 3.6.2.2. Análisis de la prueba

Se evidenció un incremento en el LL, indicando un máximo para 1.5% de GG.

**Tabla 8. LL**

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>L.L.(%)</b>	<b>L.P.(%)</b>	<b>I.P.(%)</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	20.61	13.73	6.88
	SN + 1.0% de GG	32.90	13.57	19.33
	SN + 1.5% de GG	36.18	14.99	21.18
	SN + 2.0% de GG	32.07	15.67	16.40
<b>C-2</b>	Suelo Natural	20.70	14.51	6.20
	SN + 1.0% de GG	29.71	14.40	15.31
	SN + 1.5% de GG	33.79	15.36	18.43
	SN + 2.0% de GG	30.89	15.78	15.11
<b>C-3</b>	Suelo Natural	20.52	15.41	5.11
	SN + 1.0% de GG	31.58	17.28	14.30
	SN + 1.5% de GG	34.07	14.99	19.08
	SN + 2.0% de GG	30.81	16.82	13.99

*Fuente. Cruz (2025).*

### 3.6.3. Ensayo de LP

#### 3.6.3.1. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 9. C-1 para LP

LIMITES DE CONSISTENCIA		
Muestra	Mezclas	L.P(%)
C-1	Suelo Natural	13.73
	SN + 1.0% de GG	13.57
	SN + 1.5% de GG	14.99
	SN + 2.0% de GG	15.67

*Fuente. Cruz (2025).*

Tabla 10. C-2 para LP

LIMITES DE CONSISTENCIA		
Muestra	Mezclas	L.P(%)
C-2	Suelo Natural	14.51
	SN + 1.0% de GG	14.40
	SN + 1.5% de GG	15.36
	SN + 2.0% de GG	15.78

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 11. C-3 para LP**

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>L.P(%)</b>
<b>C-3</b>	Suelo Natural	15.41
	SN + 1.0% de GG	17.28
	SN + 1.5% de GG	14.99
	SN + 2.0% de GG	16.82

*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.6.3.2. Análisis de la prueba**

El aumento de goma guar no altera significativamente el ensayo.

**Tabla 12. LP**

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>L.L.(%)</b>	<b>L.P.(%)</b>	<b>I.P.(%)</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	20.61	13.73	6.88
	SN + 1.0% de GG	32.90	13.57	19.33
	SN + 1.5% de GG	36.18	14.99	21.18
	SN + 2.0% de GG	32.07	15.67	16.40
<b>C-2</b>	Suelo Natural	20.70	14.51	6.20
	SN + 1.0% de GG	29.71	14.40	15.31
	SN + 1.5% de GG	33.79	15.36	18.43
	SN + 2.0% de GG	30.89	15.78	15.11
<b>C-3</b>	Suelo Natural	20.52	15.41	5.11
	SN + 1.0% de GG	31.58	17.28	14.30
	SN + 1.5% de GG	34.07	14.99	19.08
	SN + 2.0% de GG	30.81	16.82	13.99

*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.6.4. Ensayo de densidad seca**

#### **3.6.4.1. Procesamiento o cálculos de la prueba**

**Tabla 13. Proctor modificado para C-1**

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>MDS(g/cm3)</b>	<b>OCH(%)</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	1.735	18.47
	SN + 1.0% de GG	1.849	18.57
	SN + 1.5% de GG	1.896	18.86
	SN + 2.0% de GG	1.863	19.15

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 14. Proctor modificado para C-2**

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>MDS(g/cm3)</b>	<b>OCH(%)</b>
<b>C-2</b>	Suelo Natural	1.742	18.09
	SN + 1.0% de GG	1.859	18.35
	SN + 1.5% de GG	1.888	18.51
	SN + 2.0% de GG	1.867	19.67

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 15. Proctor modificado para C-3**

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>MDS(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>OCH(%)</b>
<b>C-3</b>	Suelo Natural	1.736	17.84
	SN + 1.0% de GG	1.839	18.20
	SN + 1.5% de GG	1.873	18.55
	SN + 2.0% de GG	1.862	18.62

*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.6.4.2. Análisis de la prueba**

Se reveló que al añadir más GG, tanto la máxima densidad como la humedad aumentaron notablemente.

**Tabla 16. Proctor modificado**

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>MDS(g/cm3)</b>	<b>OCH(%)</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	1.735	18.47
	SN + 1.0% de GG	1.849	18.57
	SN + 1.5% de GG	1.896	18.86
	SN + 2.0% de GG	1.863	19.15
<b>C-2</b>	Suelo Natural	1.742	18.09
	SN + 1.0% de GG	1.859	18.35
	SN + 1.5% de GG	1.888	18.51
	SN + 2.0% de GG	1.867	19.67
<b>C-3</b>	Suelo Natural	1.736	17.84
	SN + 1.0% de GG	1.839	18.20
	SN + 1.5% de GG	1.873	18.55
	SN + 2.0% de GG	1.862	18.62

*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.6.5. Ensayo de CBR**

#### **3.6.5.1. Procesamiento o cálculos de la prueba**

**Tabla 17. CBR para C-1**

<b>CBR</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>100% MDS</b>	<b>95% MDS</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	7.90	5.70
	SN + 1.0% de GG	8.20	6.40
	SN + 1.5% de GG	9.80	8.30
	SN + 2.0% de GG	9.00	6.40

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 18. CBR para C-2**

<b>CBR</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>100% MDS</b>	<b>95% MDS</b>
<b>C-2</b>	Suelo Natural	7.7	5.7
	SN + 1.0% de GG	8.9	6.7
	SN + 1.5% de GG	12.0	7.9
	SN + 2.0% de GG	8.0	6.9

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 19. CBR para C-3**

<b>CBR</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>100% MDS</b>	<b>95% MDS</b>
<b>C-3</b>	Suelo Natural	7.6	5.4
	SN + 1.0% de GG	8.6	7.0
	SN + 1.5% de GG	10.4	8.6
	SN + 2.0% de GG	9.2	6.9

Fuente. Cruz (2025).

### 3.6.5.2. Análisis de la prueba

Los datos del ensayo CBR indican que más goma guar (1,5%) aumenta la densidad máxima y el húmedo.

**Tabla 20. CBR**

<b>CBR</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>100% MDS</b>	<b>95% MDS</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	7.90	5.70
	SN + 1.0% de GG	8.20	6.40
	SN + 1.5% de GG	9.80	8.30
	SN + 2.0% de GG	9.00	6.40
<b>C-2</b>	Suelo Natural	7.7	5.7
	SN + 1.0% de GG	8.9	6.7
	SN + 1.5% de GG	12.0	7.9
	SN + 2.0% de GG	8.0	6.9
<b>C-3</b>	Suelo Natural	7.6	5.4
	SN + 1.0% de GG	8.6	7.0
	SN + 1.5% de GG	10.4	8.6
	SN + 2.0% de GG	9.2	6.9

Fuente. Cruz (2025).

### 3.6.6. Ensayo de permeabilidad

#### 3.6.6.1. Procesamiento o cálculos de la prueba

$$K_{20} = K_T \frac{\mu_T}{\mu_{20}} \quad (4)$$

$$K_T = 2.3 \frac{L \cdot a}{A \cdot \Delta t} \log_{10} \frac{h_1}{h_2} \quad (5)$$

Dónde:

$K_T$ : coeficiente de permeabilidad.

L: longitud.

a. sección de la bureta.

A. área.

$h_1$ : carga inicial en instante  $t_1$

$h_2$ : carga final en  $t_2$

**Tabla 21. Permeabilidad en C-1**

PERMEABILIDAD			
Muestra	Mezclas	<del>Kt</del> (cm/s)	K20(cm/s)
C-1	Suelo Natural	0.00033	0.00036
	SN + 1.0% de GG	0.00029	0.00032
	SN + 1.5% de GG	0.00027	0.00029
	SN + 2.0% de GG	0.00024	0.00025

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 22. Permeabilidad en C-2**

<b>PERMEABILIDAD</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>Kt(cm/s)</b>	<b>K20(cm/s)</b>
<b>C-2</b>	Suelo Natural	0.00038	0.00041
	SN + 1.0% de GG	0.00033	0.00035
	SN + 1.5% de GG	0.00028	0.00030
	SN + 2.0% de GG	0.00026	0.00025

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 23. Permeabilidad en C-3**

<b>PERMEABILIDAD</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>Kt(cm/s)</b>	<b>K20(cm/s)</b>
<b>C-3</b>	Suelo Natural	0.00031	0.00033
	SN + 1.0% de GG	0.00026	0.00028
	SN + 1.5% de GG	0.00023	0.00025
	SN + 2.0% de GG	0.00019	0.00021

*Fuente. Cruz (2025).*

### **3.6.6.2. Análisis de la prueba**

Se reveló que a mayor GG, disminuye la capacidad para dejar fluir el agua (coeficiente de infiltración).

**Tabla 24. Permeabilidad**

<b>PERMEABILIDAD</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Mezclas</b>	<b>Kt(cm/s)</b>	<b>K20(cm/s)</b>
<b>C-1</b>	Suelo Natural	0.00033	0.00036
	SN + 1.0% de GG	0.00029	0.00032
	SN + 1.5% de GG	0.00027	0.00029
	SN + 2.0% de GG	0.00024	0.00025
<b>C-2</b>	Suelo Natural	0.00038	0.00041
	SN + 1.0% de GG	0.00033	0.00035
	SN + 1.5% de GG	0.00028	0.00030
	SN + 2.0% de GG	0.00026	0.00025
<b>C-3</b>	Suelo Natural	0.00031	0.00033
	SN + 1.0% de GG	0.00026	0.00028
	SN + 1.5% de GG	0.00023	0.00025
	SN + 2.0% de GG	0.00019	0.00021

*Fuente. Cruz (2025).*

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**4.1. Resultados de las calicatas**

**Tabla 25. Mecánica de suelo en C-1**

<b>RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE C-1</b>				
<b>Ensayos</b>	<b>SN</b>	<b>SN+1%GG</b>	<b>SN+1.5%GG</b>	<b>SN+2%GG</b>
<b>Contenido de humedad (%)</b>	11.27	11.17	10.98	10.88
<b>Límite Líquido (%)</b>	20.61	32.90	36.18	32.07
<b>Límite Plástico (%)</b>	13.73	13.57	14.99	15.67
<b>Índice de Plasticidad (%)</b>	6.88	19.33	21.18	16.40
<b>Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.735	1.849	1.896	1.863
<b>Contenido óptimo de humedad (%)</b>	18.47	18.57	18.86	19.15
<b>CBR 100 %</b>	7.9	8.2	9.8	9.0
<b>CBR 95 %</b>	5.7	6.4	8.3	6.4
<b>Permeabilidad <math>K_t</math> (cm/s)</b>	0.00033	0.00029	0.00027	0.00024
<b>Permeabilidad K<sub>20</sub> (cm/s)</b>	0.00036	0.00032	0.00029	0.00025

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 26. Mecánica de suelo en C-2**

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS C-2				
Ensayos	SN	SN+1%GG	SN+1.5%GG	SN+2%GG
Contenido de humedad (%)	11.53	11.32	11.21	11.10
Límite Líquido (%)	20.70	29.71	33.79	30.89
Límite Plástico (%)	14.51	14.40	15.36	15.78
Índice de Plasticidad (%)	6.20	15.31	18.43	15.11
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.742	1.859	1.888	1.867
Contenido óptimo de humedad (%)	18.09	18.35	18.51	18.67
CBR 100 %	7.7	8.9	12.0	8.0
CBR 95 %	5.7	6.7	7.9	6.9
Permeabilidad $K_t$ (cm/s)	0.00038	0.00033	0.00028	0.00026
Permeabilidad K <sub>20</sub> (cm/s)	0.00041	0.00035	0.00030	0.00025

*Fuente. Cruz (2025).*

**Tabla 27. Mecánica de suelo en C-3**

Resultados de los ensayos C-3				
Ensayos	SN	SN+1%GG	SN+1.5%GG	SN+2%GG
Contenido de humedad (%)	11.38	11.10	11.02	10.92
Límite Líquido (%)	20.52	31.58	34.07	30.81
Límite Plástico (%)	15.41	17.28	14.99	16.82
Índice de Plasticidad (%)	5.11	14.30	19.08	13.99
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.736	1.839	1.873	1.862
Contenido óptimo de humedad (%)	17.84	18.20	18.55	18.62
CBR 100 %	7.6	8.6	10.4	9.2
CBR 95 %	5.4	7.0	8.6	6.9
Permeabilidad $K_t$ (cm/s)	0.00031	0.00026	0.00023	0.00019
Permeabilidad K <sub>20</sub> (cm/s)	0.00033	0.00028	0.00025	0.00021

*Fuente. Cruz (2025).*

## 4.2. Análisis de resultados

Considerando los efectos de la GG en las características del suelo, se reporta:

- a. La humedad disminuye claramente al aumentar la goma guar. Donde los resultados se ven en las tres calicatas. En la tabla 49 en la C-1, baja de 11.27% (SN) a 10.88% (SN+2%GG). En la tabla 50 en la C-2, baja de 11.53% (SN) a 11.10% (SN+2%GG). En la tabla 51 en la C-3, baja de 11.38% (SN) a 10.92% (SN+2%GG) Esto sugiere que la goma guar mejora la interacción entre partículas del suelo, disminuyendo la retención de agua libre.
- b. La plasticidad aumenta significativamente con 1% y 1.5% de goma guar, alcanzando valores máximos, y disminuye ligeramente con 2%. En la C-1, pasa de 6.88% (SN) a 21.18% (SN+1.5%GG), y luego baja a 16.40% (SN+2%GG), En la C-2, pasa de 6.20% (SN) a 18.43% (SN+1.5%GG), y luego baja a 15.11% (SN+2%GG), En la C-3, pasa de 5.11% (SN) a 19.08% (SN+1.5%GG), y luego baja a 13.99% (SN+2%GG). Aunque se esperaba una disminución, el aumento del índice de plasticidad indica que la goma guar incrementa la cohesión del suelo hasta cierto límite. La ligera reducción con 2% puede deberse a la sobresaturación del suelo.
- c. La máxima densidad seca se eleva en proporción en las tres calicatas, aumenta con 1% y 1.5% de goma guar, alcanzando un máximo con 1.5%, y disminuye levemente con 2%. En la C-1, incrementa de 1.735 g/cm<sup>3</sup> (SN) a 1.896 g/cm<sup>3</sup> (SN+1.5%GG), y luego baja a 1.863 g/cm<sup>3</sup> (SN+2%GG). En la C-2, de 1.742 g/cm<sup>3</sup> (SN) a 1.888 g/cm<sup>3</sup> (SN+1.5%GG), y luego baja a 1.867 g/cm<sup>3</sup> (SN+2%GG). En la C-3, de 1.736 g/cm<sup>3</sup> (SN) a 1.873 g/cm<sup>3</sup> (SN+1.5%GG), y luego baja a 1.862 g/cm<sup>3</sup> (SN+2%GG). Donde la goma guar mejora la compactación del suelo debido a su acción aglomerante, permitiendo una mayor densificación de las partículas. Sin embargo, a 2% se alcanza un punto de saturación.
- d. El CBR mejora a su máximo con la incorporación de 1.5% de GG, pero disminuye con 2%. En la C-1 CBR 100%: De 7.9% (SN) a 9.8% (SN+1.5%GG), bajando a 9.0% (SN+2%GG). CBR 95%: De 5.7% (SN) a 8.3% (SN+1.5%GG), bajando a 6.4% (SN+2%GG). En la C-2: CBR 100%: De 7.7% (SN) a 12.0% (SN+1.5%GG), bajando a 8.0% (SN+2%GG). CBR 95%: De 5.7% (SN) a 7.9% (SN+1.5%GG), bajando a 6.9% (SN+2%GG). En la C-3: CBR 100%: De 7.6% (SN) a 10.4% (SN+1.5%GG), bajando a 9.2% (SN+2%GG). CBR 95%: De 5.4% (SN) a 8.6% (SN+1.5%GG), bajando a 6.9%

(SN+2%GG). El descenso con 2% puede deberse al exceso de material que reduce la eficiencia de compactación.

- e. En las tres calicatas, la permeabilidad disminuye consistentemente al aumentar la proporción de goma guar, tanto para Kt como K20.

En la C-1, Kt disminuye de 0.00033 cm/s (SN) a 0.00024 cm/s (SN+2%GG).

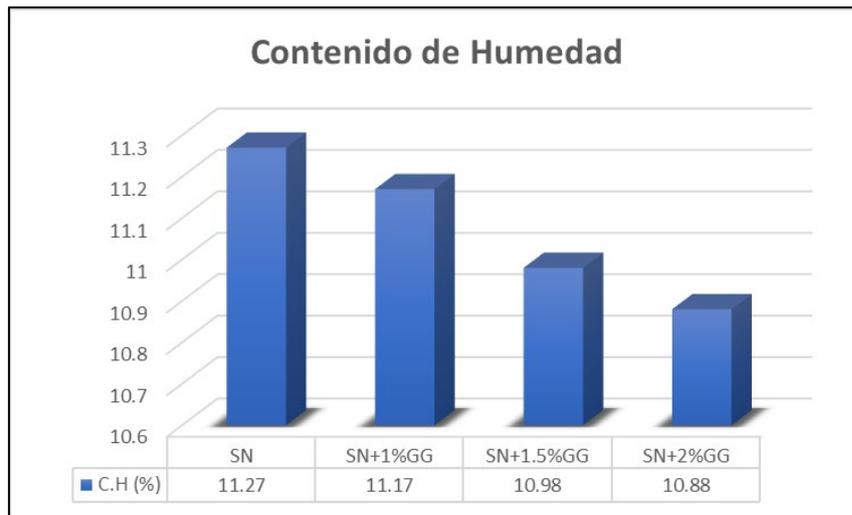
En la C-2, Kt disminuye de 0.00038 cm/s (SN) a 0.00026 cm/s (SN+2%GG).

En la C-3, Kt disminuye de 0.00031 cm/s (SN) a 0.00019 cm/s (SN+2%GG). La GG sella los poros, reduciendo significativamente su capacidad de transmitir agua. Esto mejora su resistencia frente a la infiltración y erosión.

### 4.3. Discusión

#### 4.3.1. Contenido de humedad vs Aditivo de goma

Figura 37. Contenido de humedad natural vs % de goma guar



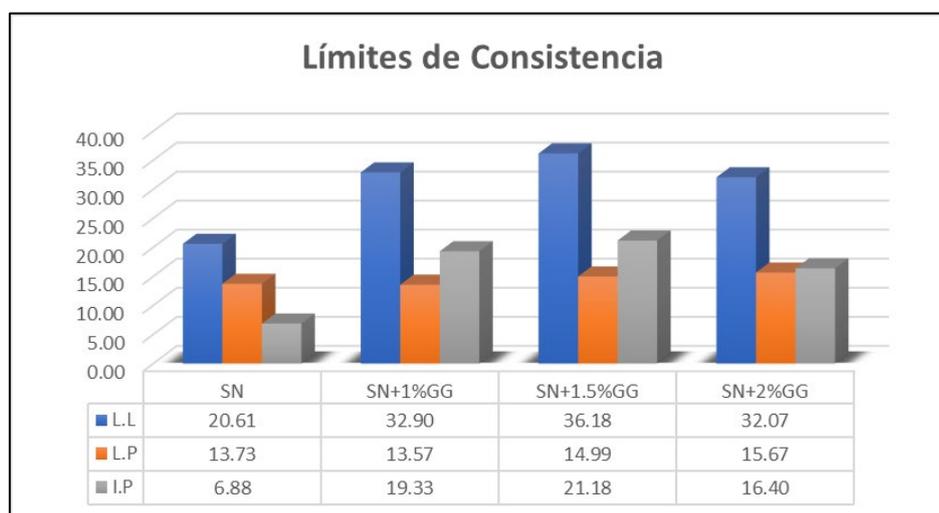
Fuente. Cruz (2025).

La humedad natural del suelo (C.H) disminuye ligeramente con la incorporación de goma guar, especialmente al aumentar su proporción al 1%, 1.5% y 2%. Esta reducción refleja una mejoría en la estabilización, ya que la GG reduce la retención de agua libre. La disminución de humedad observada en la tierra tratada se alinea con los objetivos de reducir el exceso de agua en suelos arcillosos, mejorando así su comportamiento mecánico, en estado natural (SN), el contenido de humedad de 11.27% está conforme a lo establecido en promedio para suelos de esas características según las normas locales. Sin embargo, la adición de goma guar mejora el suelo

al disminuir la humedad a 10.88% con 2%GG, indicando una mejor preparación para la compactación y resistencia a la deformación.

### 4.3.2. Plasticidad vs goma guar

**Figura 38. Límites de Consistencia vs % de goma guar**



*Fuente. Cruz (2025).*

El gráfico de Límites de Consistencia indica un incremento en el IP del suelo tratado con goma guar, se alcanzó un máximo de 21.18% con 1.5% GG, para luego reducirse a 16.40% con 2% GG. Este comportamiento refleja un aumento inicial de la cohesión del suelo arcilloso debido a la incorporación de GG, seguido de una estabilización con mayores proporciones. En estado natural (SN): El IP inicial de 6.88% indica baja plasticidad, típica de suelos arcillosos moderados, con goma guar (1% a 2%): Aunque el IP incrementa, con 16.40% en 2%GG, los valores siguen siendo aceptables según el uso previsto para estabilización de suelos. Este aumento es indicativo de un mejoramiento en la cohesión, sin exceder límites críticos.

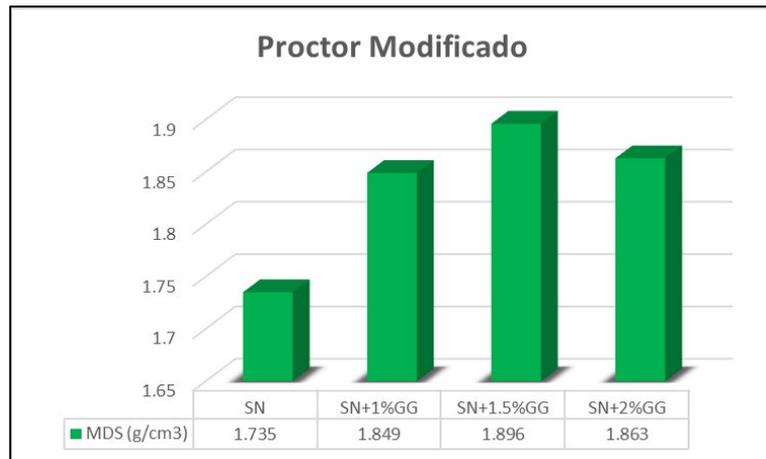
De acuerdo con el objetivo de reducir la plasticidad mediante goma guar no se cumple directamente en cuanto al valor absoluto del IP, pero sí en su funcionalidad:

La goma guar aumenta el límite plástico (L.P), mejorando la capacidad de resistir deformaciones en condiciones húmedas.

Aunque el límite líquido (L.L) también incrementa, la mejora global en las propiedades mecánicas (densidad y CBR) compensa este aumento.

### 4.3.3. Densidad seca máxima

**Figura 39. Proctor modificado vs % de goma guar**



*Fuente. Cruz (2025).*

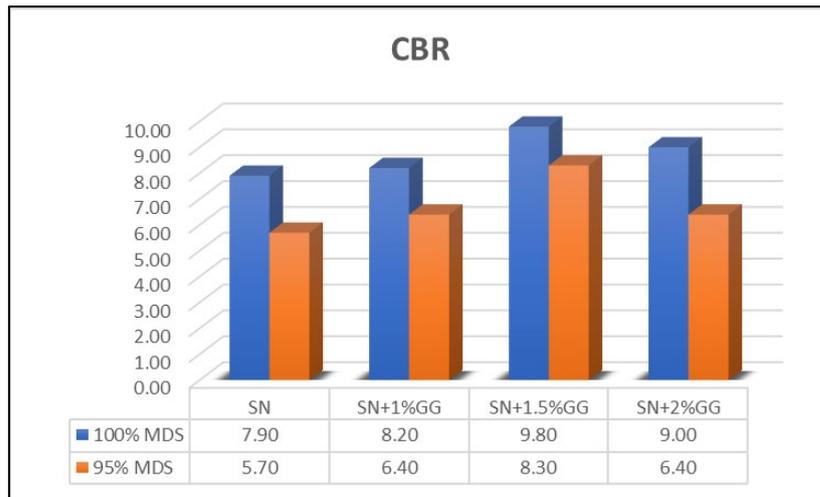
El gráfico revela incremento en la máxima densidad seca (MDS) al incorporar goma guar al suelo. Inicialmente, el suelo natural (SN) tiene una MDS de 1.735 g/cm<sup>3</sup>, que aumenta progresivamente hasta 1.896 g/cm<sup>3</sup> con 1.5%GG, para luego disminuir ligeramente a 1.863 g/cm<sup>3</sup> con 2%GG. La MDS incrementa debido a la mejora en la compactación del suelo, atribuida a la acción aglomerante de la goma guar que promueve una estructura más densa y cohesionada. El máximo se alcanza con 1.5% GG, lo que indica que esta proporción optimiza el rendimiento del suelo para compactación. Con 2%GG, la MDS se reduce ligeramente, posiblemente por un exceso de estabilizante, que puede generar un efecto de saturación en las partículas de suelo.

La normativa exige compactaciones superiores al 95% de la densidad. En estado natural, la MDS de 1.735 g/cm<sup>3</sup> es adecuada para suelos arcillosos de baja densidad, pero con riesgo de deformación. Al incorporar goma guar, la MDS supera los 1.85 g/cm<sup>3</sup>, acercándose a valores ideales para suelos con mejor resistencia a cargas y menor deformabilidad.

De acuerdo con lo expuesto, la goma guar optimiza la densidad, mejorando la estabilidad del suelo y los resultados reflejando un aumento en la compactación y una mayor resistencia a las deformaciones.

#### 4.3.4. CBR

**Figura 40. CBR vs % de goma guar**



*Fuente. Cruz (2025).*

El gráfico de CBR muestra los valores obtenidos para el suelo natural y tratado con proporciones distintas de goma guar (GG), tanto al 100% MDS como al 95% MDS. Los resultados evidencian una mejora en la capacidad portante del suelo con la adición de goma guar, alcanzando un pico de desempeño con 1.5% GG.

CBR al 100% MDS: En estado natural, el CBR es de 7.90%, considerado bajo según las exigencias de la normativa para capas de subrasante o subbase en carreteras. Con la incorporación de goma guar: 1%GG: Incremento de 8,20% (+3,8%), 1.5%GG: Llega al valor máximo de 9.80% (+24% respecto a SN), 2%GG: Baja a 9.00%, posiblemente por saturación del estabilizante.

CBR al 95% MDS: En estado natural, el CBR es de 5,70%. Con goma guar, mejora significativamente: 1%GG: 6,40% (+12,3%), 1,5%GG: 8,30% (+45,6% respecto a SN) y 2%GG: Disminuye a 6.40%, similar al valor con 1%GG.

Se compara con la norma peruana El Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC) establece que el CBR mínimo para capas de subbase debe ser superior al 20% y para subrasante de 7% en suelos estabilizados.

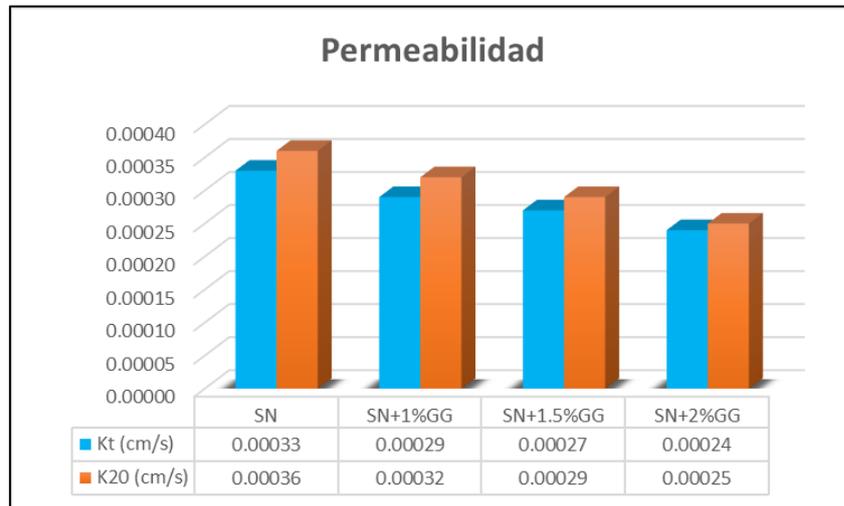
Para subrasante el suelo natural cumple marginalmente con la normativa (7,90% al 100% MDS). Con goma guar, los valores de CBR mejoran significativamente, sobre todo con 1.5%GG, que garantiza una mayor capacidad portante.

Alineándonos al objetivo de mejorar las propiedades del suelo se cumple donde el incremento de la capacidad portante y los valores de CBR muestran un aumento significativo con la

incorporación de goma guar, optimizando el rendimiento del suelo. La concentración de 1.5%GG resulta ser la más efectiva para mejorar la capacidad de carga.

#### 4.3.5. En el caso de la permeabilidad

**Figura 41. Permeabilidad vs % de goma guar**



*Fuente. Cruz (2025).*

El gráfico presenta los valores de permeabilidad obtenidos para el suelo natural (SN) y con diferentes proporciones de goma guar (1%, 1.5%, y 2%). Los valores se reportan en dos condiciones: Kt (cm/s) y K20 (cm/s), donde Kt corresponde a la permeabilidad medida a temperatura ambiente, y K20 corresponde a la permeabilidad ajustada a 20 °C.

La permeabilidad del Suelo Natural (SN) donde los valores iniciales Velocidad de la corriente eléctrica: 0,00033 m/s y K20 = 0,00036 cm/s, Según la clasificación de suelos, estos valores corresponden a un suelo de baja permeabilidad, propio de suelos cohesivos como limos o arcillas.

También en el grafico se detalla el Efecto de la Goma Guar a medida que se incorpora los valores de permeabilidad disminuyen progresivamente, indicando una reducción en la capacidad para fluir agua, donde:

##### **1%GG:**

Kt disminuye a 0,00029 cm/s (-12,1% respecto a SN).

K20 disminuye a 0,00032 cm/s (-11,1% respecto a SN).

##### **1,5 % GG:**

Kt disminuye a 0,00027 cm/s (-18,2% respecto a SN).

K20 disminuye a 0,00029 cm/s (-19,4% respecto a SN).

**2%GG:**

Kt alcanza el valor más bajo de 0,00024 cm/s (-27,3% respecto a SN).

K20 disminuye a 0,00025 cm/s (-30,5% respecto a SN).

La goma guar estabiliza el suelo, aumentando su cohesión y reduciendo la porosidad para limitar el flujo de agua.

La Normativa Peruana (Manual MTC) establece que los valores de permeabilidad para suelos utilizados en la construcción de carreteras y pavimentos deben ser lo suficientemente bajos para evitar problemas de infiltración de agua en las capas de la. Aunque no se especifican valores estrictos, es deseable que las subrasantes estabilizadas tengan baja permeabilidad. Se puede ver la reducción en la permeabilidad lograda con la goma guar, especialmente al 1,5% y 2%, es favorable para cumplir con los requisitos de estabilidad hidráulica en pavimentos.

Se cumple claramente donde la reducción de la permeabilidad al incorporar goma guar disminuye de manera consistente los valores de Kt y K20, mitigando la infiltración de agua o el aumento de deformaciones y su proporción óptima se observa con 2%GG, aunque incluso el 1,5% logra una mejora significativa.

## CONCLUSIONES

1. El comportamiento del Contenido de Humedad donde se realizaron ensayos nos indica que la incorporación de goma guar al 1,5% GG: 10,98% tubo una leve disminución. Esto podría atribuirse a una redistribución del agua dentro de la matriz del suelo, lo que resulta en una compactación más eficiente y una menor retención de humedad superficial.
2. La incorporación de 1.5% de goma guar (GG) en el suelo arcilloso evidenció un incremento significativo en el índice de plasticidad (IP), pasando de 5.11% (estado natural) a 19.08%, lo que refleja una mayor cohesión y capacidad de retención de agua en el material. Si bien este aumento no se alinea con el objetivo inicial de reducir cuantitativamente la plasticidad, el comportamiento observado se traduce en una mejora funcional del suelo.
3. La máxima densidad seca aumenta de 1.735 g/cm<sup>3</sup> a 1.896 g/cm<sup>3</sup> alcanzando este máximo valor al 1.5% de goma guar, esto demuestra una mayor compactibilidad del suelo y una mayor estabilidad.
4. El CBR alcanzó su máximo valor al incorporar 1.5% de Goma guar, aumentó de 5.4 % a 8.6%, esto mejora la resistencia al corte del suelo así también la capacidad portante del suelo.
5. El coeficiente de permeabilidad disminuyo de 0.00031 cm/s a 0.00023 cm/s alcanzando este mínimo valor al 1.5% de goma guar este valor demuestra una menor permeabilidad del suelo con goma guar reduce la susceptibilidad a la infiltración y garantiza la durabilidad de la carretera.

## RECOMENDACIONES

1. Se propone que futuras investigaciones exploren la efectividad de otros biopolímeros, como el gellan y el dextrano. Además, se sugiere analizar un espectro más amplio de propiedades mecánicas.
2. Se plantea la necesidad de extender los estudios para descubrir como este material junto con otros puede mejorar las propiedades del terreno.
3. Se aconseja realizar pruebas sencillas en el terreno, como la prueba de la bolita y la cinta de barro para ayudar a definir las acciones concernientes a la mejora del suelo.
4. Para que la GG pueda utilizarse en proyectos de construcción, se sugiere que su costo rivalice con otros materiales convencionales como el cemento y la cal.
5. Se recomienda estudiar el tiempo de endurecimiento de este biopolímero para observar sus efectos en el terreno, especialmente en el CBR y la densidad seca máxima.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORJA S., M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*.
2. BOWLES, J. E. (1984). *Physical and geotechnical properties of soils (2nd ed)*. McGraw-Hill.
3. SOIL CLASSIFICATION SYSTEM. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D2487-17E01>
4. WILLIAM R. GOMBOTZ (2014). *Biopolímeros: Fundamentos y aplicaciones*
5. DONALD L. KAPLAN (2009). *Biopolímeros: Una introducción*
6. DEHGHAN, H., TABARSA, A., LATIFI, N., BAGHERI, Y.: *Use of xanthan and guar gums in strengthening soil*. Clean Technol. Environ. Policy 21, 155–165 (2019)
7. ONU (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
8. PÉREZ, J., & LÓPEZ, M. (2019). *Estabilización de suelos arcillosos mediante aditivos orgánicos: Una revisión sistemática*. R
9. THOMAS, A., WILSON, P., Y KUMAR, R. (2020). *El impacto de los polímeros naturales en las propiedades geotécnicas de suelos expansivos*. International
10. FLORES, J., MARTÍNEZ, C., & DELGADO, P. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos en proyectos de infraestructura vial* . Revista de Ingeniería Civil, 28(2), 45-58.
11. GONZÁLEZ, R., & MÉNDEZ, L. (2020). *Impacto de las condiciones climáticas en la estabilidad de suelos en vías rurales* . Infraestructura y Desarrollo, 15(4), 89-101.
12. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed.)*. McGraw-Hill.
13. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). (2018). *Guía para el diseño de sustratos en carreteras* . Lima, Perú: MTC.
14. RÍOS, A., & PÉREZ, J. (2020). *Uso de estabilizantes naturales en suelos expansivos: Una revisión bibliográfica* . Tecnología y Construcción, 12(1), 21-35.

15. SHARMA , R., GUPTA, K. Y YADAV, A. (2019). *Efecto de la goma guar en las propiedades geotécnicas de suelos expansivos*. Journal of Materials in Civil Engineering, 31 (3), 04018365. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0002627](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002627)
16. LÓPEZ, M., MARTÍNEZ, R., & GÓMEZ, P. (2022). *Uso de biopolímeros en la estabilización de suelos arcillosos: Una revisión*. Revista de Ingeniería Civil, 34(2),45-58.
17. PÉREZ, L., & VARGAS, J. (2021). *Estabilización sostenible de suelos: Aplicación de aditivos naturales* . Revista de Geotecnia y Vialidad, 29(1), 67-75.
18. CÁRDENAS, R., PAREDES, L., & VILLANUEVA, A. (2023). *Mejoramiento de suelos con aditivos orgánicos en proyectos viales*. Revista de Ingeniería Civil, 45(3), 123-135.
19. CASTRO, M., & VALVERDE, J. (2023). *Propiedades mecánicas de suelos estabilizados con goma guar*. Ingeniería y Desarrollo, 39(1), 75-89.
20. GOMEZ, P., & LINARES, A. (2022). *Aplicaciones de biopolímeros en ingeniería de suelos*. Avances en Ciencia y Tecnología, 18(4), 233-245.
21. HERNÁNDEZ, L., & GARCÍA, S. (2022). *Características de los suelos arcillosos: Retos y soluciones*. Revista de Suelos y Materiales, 27(2), 54-68.
22. LOZANO, E., MARTÍNEZ, F., & CASTILLO, R. (2022). *Evaluación de estabilizantes orgánicos en proyectos viales*. Infraestructura y Sociedad, 34(3), 101-117.
23. AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. (2020). *Design and Construction of Concrete Pavements*.
24. ASTM INTERNATIONAL. (2020). ASTM C39/C39M: *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*.
25. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2023). *Manual de Carreteras: Diseño de Pavimentos*. MTC.
26. REGLAMENTO NACIONAL DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA. (2021). *Normas Técnicas para Proyectos Viales*. RGNI.
27. AYELDEEN, M., KITAZUME, M., & OHARA, S. (2017). *Enhancing the mechanical behavior of clay soil using biopolymers*. Geotechnical Engineering Journal, 48(3), 1-12.

28. CABALAR, A. F., AWRAHEEM, M. H., & KHALAF, M. M. (2019). *Geotechnical properties of a low-plastic clay with biopolymer*. Journal of Materials in Civil Engineering, 30(8), 04018170.
29. CHANG, I., IM, J., & CHO, G. C. (2015). *Introduction of microbial biopolymers in soil treatment for future environmentally friendly geotechnical engineering*. Sustainability, 7(12), 4875-4891.
30. KHATAMI, H. R., & O'KELLY, B. C. (2013). *Improving mechanical properties of sand using biopolymers*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 139(8), 1402-1406.

# ANEXOS

## Anexo 1. Certificados de los Ensayos Realizados

### Instrumentos de recolección de datos

#### Contenido de humedad C-1

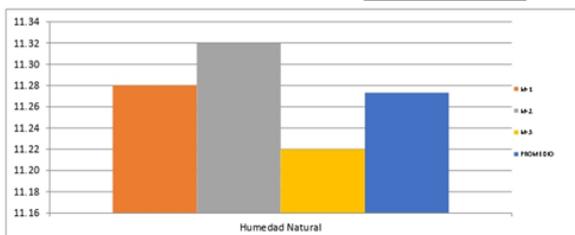
	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-87
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19</b>	Versión	01
		Fecha	16/12/2024
		Página	1 de 6
Tesis	: "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"	Registro N°:	IGC20-LEM-005-01
Solicitante	: Bach. Heraído Yamandu Cruz Cruz	Muestreado por :	Solicitantes
Atención	: Bach. Heraído Yamandu Cruz Cruz	Ensayado por :	Solicitantes
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú	Fecha de Ensayo:	16/12/2024
Código de Muestra	: C-1 (0%GG)		
Procedencia	: C-1		
N° de Muestra	: N° 1 (0% Goma Guar)		
Progresiva	: 4+000		

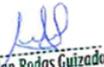
  

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-1
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1581.2	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1434.7	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.28	
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1551.9	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1408.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.32	
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1568.3	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1423.9	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.22	

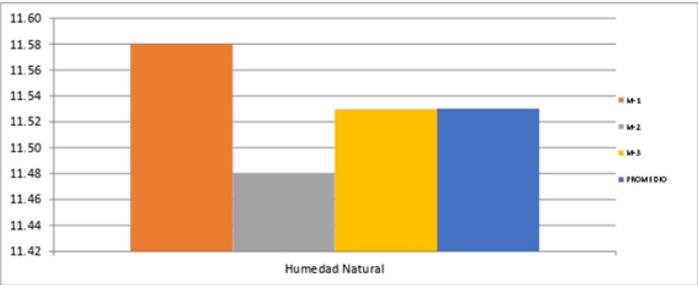
  

**PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA** 11.27 %



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
 	 	 

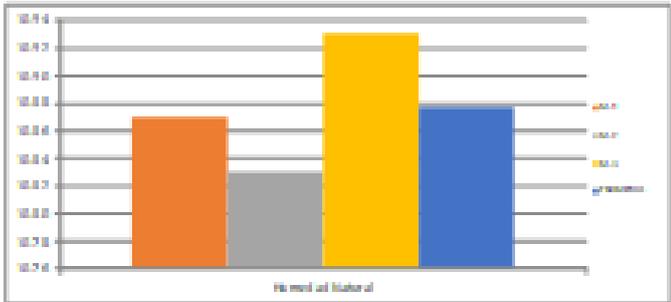
Contenido de humedad al 1 % para C-1

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-87	
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19</b>		Versión	01	
			Fecha	17/12/2024	
			Página	1 de 6	
Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°:	IGC20-LEM-005-05		
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz			Muestreado por :	Solicitantes	
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz			Ensayado por :	Solicitantes	
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú			Fecha de Ensayo:	17/12/2024	
Código de Muestra : C-2 (0%GG)					
Procedencia : C-2					
N° de Muestra : N° 5 (1% Goma Guar)					
Progresiva : 5+000					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>	
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-1	
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1515.7		
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1372.5		
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.58</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>	
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2	
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1555.7		
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1409.6		
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.48</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>	
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3	
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1496.9		
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1356.3		
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.53</b>		
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA</b>					
			11.53 %		
					
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM			
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:			
 	 	 			

Contenido de humedad al 1.5 % C-1

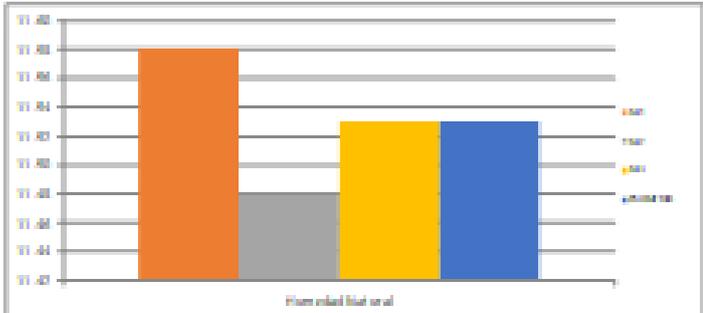
	<b>INFORME</b>	Código	AR-PO-027																						
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD VAPORABLE AST N° 356-19</b>	Versión	01																						
		Fecha	18/03/2024																						
		Página	1 de 8																						
Tipo de obra : <b>Tarea de mantenimiento de la red de agua fría en la Subestación De La Cumbre (SAPROSA) Comapala, Tarma-2023</b> ASH002, Comapala, Cauca, 2023	Fecha de N° : <b>18/03/2024</b> Localización : <b>LOC 004-FRME 004-03</b>																								
Estado de obra : <b>Estado: Finalizado Yacimiento Cauca-Cauca</b> Ubicación : <b>Estado: Finalizado Yacimiento Cauca-Cauca</b> Ubicación de Proyección : <b>De la ciudad Comapala, Provincia de Cañarillo, Cauca, Perú</b>	Muestra para : <b>Soil 01</b> Etapa para : <b>Soil 01</b> Fecha de Emisión : <b>18/03/2024</b>																								
Código de Muestra : <b>C-1 (1.05.00)</b> Peso muestra : <b>C-1</b> N° de Muestra : <b>N° 3 (1.05.00)</b> Proyección : <b>0400</b>																									
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UNID.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>136.4</td> <td rowspan="4">M-4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>148.3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>135.1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>10.91</td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-4	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	148.3	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	135.1	4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.91
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA																					
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-4																					
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	148.3																						
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	135.1																						
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.91																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UNID.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>136.4</td> <td rowspan="4">M-2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>152.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>138.3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>11.00</td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	152.0	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	138.3	4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.00
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA																					
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2																					
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	152.0																						
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	138.3																						
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.00																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UNID.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>136.4</td> <td rowspan="4">M-3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>147.3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>140.0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>10.94</td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	147.3	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	140.0	4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.94
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA																					
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3																					
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	147.3																						
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	140.0																						
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.94																						
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA</b> <b>10.91 %</b>																									
																									
<b>INGECCO NI ROS - SAC</b>																									
<b>TECNICO - LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CC C - LEM</b>																							
Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y firma																							
																									

Contenido de humedad al 2 % C-1

	<b>INFORME</b>	Código	AM-PO-07																							
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-16</b>	Versión	01																							
		Fecha	1 01 2018																							
		Página	1 de 6																							
Título : <b>Transportación de Agregados Gruesos en La Alameda de La Cumbre (MPPROD) Cotacachi, Tarma 2-000 A-000, Cotacachi, Guayaquil, Ecuador, 2017</b>	Proyecto N° : <b>CCCC-LIM-00144</b>																									
Lugar de : <b>Baño Heredia Yacuani-Cau Cau</b> Muestra : <b>Baño Heredia Yacuani-Cau Cau</b> Ubicación de Puntos : <b>Distribución Cotacachi, Provincia de Cotacachi, Ecuador, Perú</b>	Muestra por : Ensayado por : Fecha de Ensayo :	Referencia: Referencia: 1 01 2018																								
Configuración Muestra : <b>C-1 (20.00)</b> Pasada por : <b>C-1</b> N° de Muestra : <b>N° 4 (2% Grueso Cau)</b> Páginas : <b>6-000</b>																										
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UND.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>136.4</td> <td rowspan="3">M-4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>1494.1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>1361.0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD:</td> <td>%</td> <td>16.87</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-4	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1494.1	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1361.0	4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	16.87	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA																						
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-4																						
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1494.1																							
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1361.0																							
4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	16.87																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UND.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>136.4</td> <td rowspan="3">M-2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>1394.1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>1387.6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD:</td> <td>%</td> <td>16.96</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1394.1	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1387.6	4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	16.96	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA																						
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2																						
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1394.1																							
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1387.6																							
4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	16.96																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UND.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>136.4</td> <td rowspan="3">M-3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>1454.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>1405.7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD:</td> <td>%</td> <td>16.96</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1454.5	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1405.7	4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	16.96	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA																						
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3																						
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1454.5																							
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1405.7																							
4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	16.96																							
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA: 16.96 %</b>																										
																										
<b>INGECONTROL S.A.C.</b>																										
<b>TECNICO - LIM</b>	<b>JEFE LIM</b>	<b>CCC - LIM</b>																								
Nombre y Firma: 	Nombre y Firma: 	Nombre y Firma: 																								

**Toma de datos C-2**

Contenido de humedad 0 % C-2

	<b>INFORME</b>	Código	ARF087	
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C265-10</b>	Versión	01	
		Fecha	17/02/24	
		Página	1 de 8	
Título	Título de la obra: pasadizo Cero Cero en las paradas de intercomunicación con los buses. Aplicación: Muestreo a (MPCO) Cotacachi, Ruta 2-000 A, P.O., Cotacachi, Guayaquil, 2024	Proyecto N°	10020-ARM-0016-0	
Edificio	Edif. Heredia Yacuani Cruz, Cuzco	Muestreador por	Robledo	
Alcaldía	Edif. Heredia Yacuani Cruz, Cuzco	Encargado por	Robledo	
Ubicación de Proyecta	Distrito de Cotacachi, Provincia de Cotacachi, Cuzco, Perú	Fecha de Emisión	17/02/2024	
Código de Muestra	C-3 (PLAC)			
Procedencia	C-3			
N° de Muestra	N° 8 (PL Cero Cero)			
Proyecto	0-00			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-1
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	152.7	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	132.5	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.58	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	152.7	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	132.5	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.48	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND.</b>	<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	152.9	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	132.3	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.53	
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA</b>				<b>11.53%</b>
				
<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>				
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>COC LEM</b>		
Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y firma		
 	 	 		

Contenido de humedad 1 % C-2



<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-87
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19</b>	Versión	01
	Fecha	17/12/2024
	Página	1 de 6

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-06

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 17/12/2024

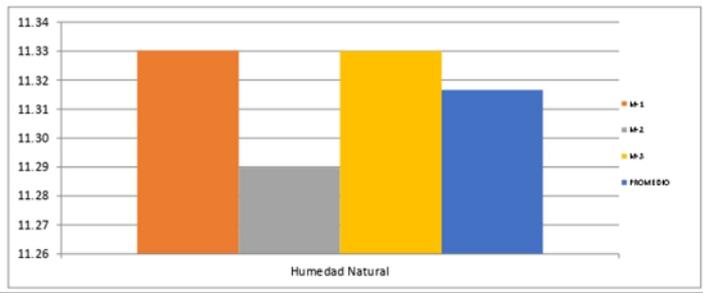
Código de Muestra : C-2 (1%GG)  
 Procedencia : C-2  
 N° de Muestra : N° 6 (1% Goma Guar)  
 Progresiva : 5+000

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-1
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1523.2	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1382.1	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.33</b>	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1550.3	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1406.9	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.29</b>	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1490.5	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1352.7	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.33</b>	

**PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA**

11.32 %



INGEOCONTROL SAC

<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 

Contenido de humedad 1.5 % C-2



<b>INFORME</b>  <b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS</b> <b>ASTM C566-19</b>	Código	AE-FO-87
	Versión	01
	Fecha	17/12/2024
	Página	1 de 6

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: **IGC20-LEM-005-07**

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 17/12/2024

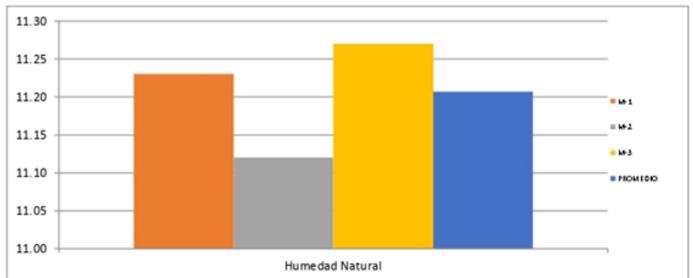
Código de Muestra : C-2 (1.5%GG)  
 Procedencia : C-2  
 N° de Muestra : N° 7 (1.5% Goma Guar)  
 Progresiva : 5+000

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	<b>M-1</b>
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1475.2	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1340.0	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.23</b>	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	<b>M-2</b>
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1564.8	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1421.9	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.12</b>	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	<b>M-3</b>
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1480.7	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1344.6	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.27</b>	

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA

11.21 %



INGEOCONTROL SAC		
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>	<p>CQC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>

Contenido de humedad 2 % C-2

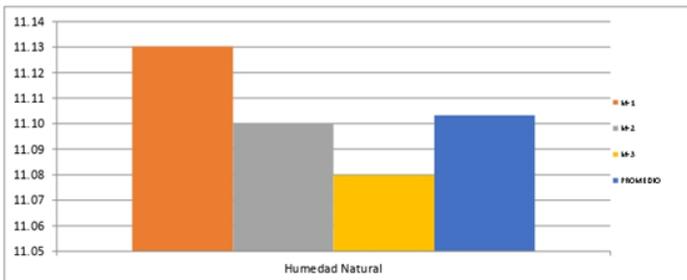
	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-87
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19</b>	Versión	01
		Fecha	17/12/2024
		Página	1 de 6
Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°:	IGC20-LEM-005-08
Solicitante	: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz	Muestreado por	: Solicitantes
Atención	: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz	Ensayado por	: Solicitantes
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú	Fecha de Ensayo:	17/12/2024
Código de Muestra	: C-2 (2%GG)		
Procedencia	: C-2		
N° de Muestra	: N° 8 (2% Goma Guar)		
Progresiva	: 5+000		

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-1
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1502.0	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1365.2	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.13</b>	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1470.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1337.1	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.10</b>	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1563.3	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1421.0	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.08</b>	

<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA</b>	<b>11.10 %</b>
--------------------------------------	----------------

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma: 	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma: 

**Toma de datos C-3**

Información extraída de la calicata C-3 para contenido de humedad 0%

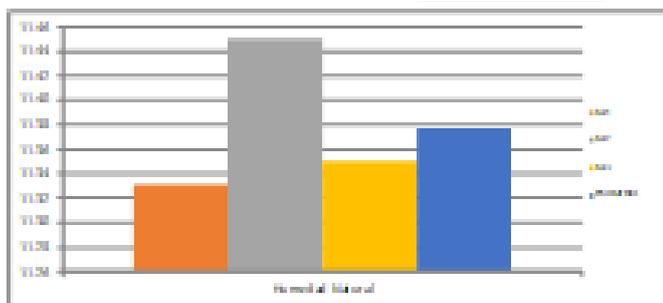
	<b>INFORME</b>	Código	AP-03-07
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD HUMIDABLE DE LOS AGREGADOS AGTM C-302-19</b>	Versión	01
		Fecha	18/03/2024
		Página	1 de 8
Ubicación: <b>Tienda de la Cruz que está en el Cerro El Guano en las parafitas del sector con ubicación de muestreo en la zona de la Calicata #1MP #1335Cm (zona la, Sección 2-003 A-0403), Córdoba (Código: C-302-19)</b>	Región: N°	10020-URM00048	
Sublocalidad: <b>Barrido: Huelmo Yacunda Cerro Guano</b>	Muestreo por:	Directo en	
Alcantarilla: <b>Barrido: Huelmo Yacunda Cerro Guano</b>	Emisión por:	Directo en	
Ubicación de Proyecta: <b>Distribución de Córdoba, Páramo de la Cruz No. Guano, Páramo</b>	Fecha de Emisión:	18/03/2024	
Código de Muestra: <b>C-3 (0100)</b>			
Pseudónimo: <b>C-3</b>			
N° de Muestra: <b>N° 8 (01) Cerro Guano</b>			
Proyecta: <b>0-000</b>			

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.0	M-1
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1404.0	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1362.9	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	11.38	
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.0	M-2
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1450.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1375.2	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	11.45	
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.0	M-3
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1479.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1362.5	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD:	%	11.35	

**PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA** 11.38%

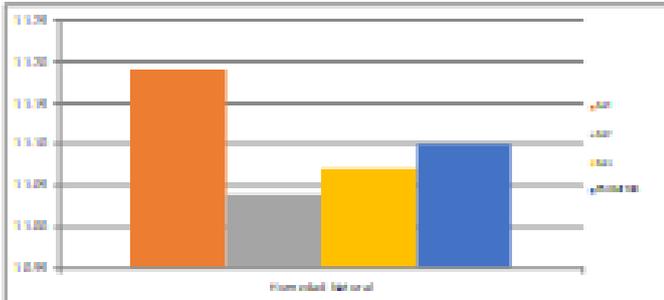


Muestra	Contenido de Agua (%)
M-1	11.38
M-2	11.45
M-3	11.35
<b>Promedio</b>	<b>11.38</b>

INGEOCONTROL S.A.C.		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y Firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y Firma: 	<b>COO LEM</b> Nombre y Firma: 

Contenido de humedad 1 % C-3

	<b>INFORME</b>		Código	AP-F0-07																							
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EMPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C 591-19</b>		Versión	01																							
			Fecha	08/03/2024																							
			Página	1 de 8																							
Título : <b>Inicio para control del Material en Camión para cada uno de los Camiones (MP F03) Con la paja, Tramo 340 (S.A. 8-400), Comisapala, Coahuila, México</b>			Muestreo de peso : <b>Medido en seco</b> Muestreo de volumen : <b>Medido en seco</b> Método de Proyección : <b>Diferencia de Comisapala, Puntos de Control, Coahuila, México</b>	<b>OCUBALM 0010</b>  <b>OCUBALM 0010</b>																							
Código de Muestra : <b>C-3 (75.0 G)</b> Proveedor : <b>C-3</b> N° de Muestra : <b>N° 10 (75.0 Camión)</b> Proyecto : <b>8-400</b>																											
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UND.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>130.4</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">M-1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>1532.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>1503.2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>11.78</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	130.4	M-1	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1532.0	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1503.2	4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.78	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA																							
1	Peso del Recipiente	g	130.4	M-1																							
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1532.0																								
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1503.2																								
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.78																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UND.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>130.4</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">M-2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>1471.1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>1336.4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>11.06</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	130.4	M-2	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1471.1	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1336.4	4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.06	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA																							
1	Peso del Recipiente	g	130.4	M-2																							
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1471.1																								
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1336.4																								
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.06																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UND.</th> <th>DATOS</th> <th>MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso del Recipiente</td> <td>g</td> <td>130.4</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">M-3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del Recipiente + muestra húmeda</td> <td>g</td> <td>1476.7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Peso del Recipiente + muestra seca</td> <td>g</td> <td>1315.0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>%</td> <td>11.07</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA	1	Peso del Recipiente	g	130.4	M-3	2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1476.7	3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1315.0	4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.07	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA																							
1	Peso del Recipiente	g	130.4	M-3																							
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1476.7																								
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1315.0																								
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.07																								
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11.78 %</span>																											
																											
<b>INGEOCONTROL S.A.C</b>																											
<b>BICHO LIM</b>	<b>JEPE LIM</b>	<b>COO LIM</b>																									
Nombre y Firma 	Nombre y Firma 	Nombre y Firma 																									

Contenido de humedad 1.5 % C-3



**INFORME**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS**  
**ASTM C566-19**

Código	AE-FO-87
Versión	01
Fecha	18/12/2024
Página	1 de 6

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-11

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 18/12/2024

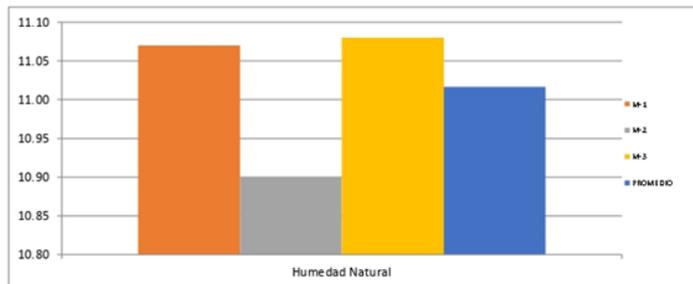
Código de Muestra : C-3 (1.5%GG)  
 Procedencia : C-3  
 N° de Muestra : N° 11 (1.5% Goma Guar)  
 Progresiva : 6+000

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-1
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1554.6	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1413.3	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.07	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-2
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1480.8	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1348.6	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.90	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	M-3
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1489.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1354.5	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.08	

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA

11.02 %



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  	Nombre y firma:  

Contenido de humedad 2 % C-3



<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-87
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19</b>	Versión	01
	Fecha	18/12/2024
	Página	1 de 6

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S  
Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: **IGC20-LEM-005-12**

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 18/12/2024

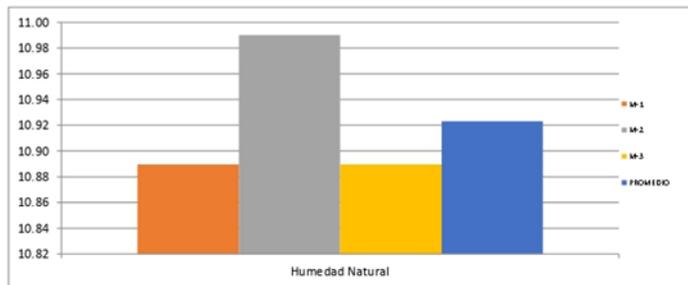
Código de Muestra : C-3 (2%GG)  
 Procedencia : C-3  
 N° de Muestra : N° 12 (2% Goma Guar)  
 Progresiva : 6+000

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	<b>M-1</b>
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1522.6	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1386.5	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>10.89</b>	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	<b>M-2</b>
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1473.6	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1341.2	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>10.99</b>	
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	136.4	<b>M-3</b>
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1519.7	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1383.8	
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>10.89</b>	

**PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA**

**10.92 %**



**INGEOCONTROL SAC**

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  	Nombre y firma:  

# Granulometría y límites de consistencia

Datos del ensayo de límite de consistencia C-1 al 1% GG

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-63
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>		01
		Fecha	16/12/2024
		Página	1 de 5

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-01

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 16/12/2024

Código de Muestra : C-1 (0% GG)  
 Procedencia : C-1  
 N° de Muestra : N° 1 (0% Goma Guar)  
 Progresiva : 4+000

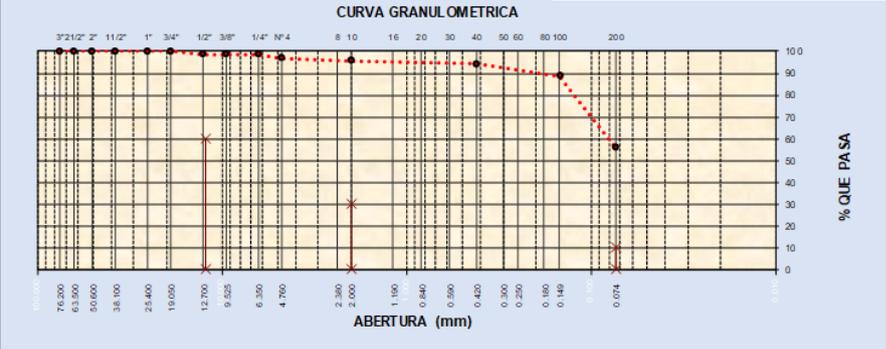
Granulometría (NTP 339.127)		Límite Líquido NTP 339.128				
<b>Datos de ensayo</b>		<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso total :	2010.6	N° de Golpes	35	30	23	14
Peso de muestra lavada :	1865.6	Recipiente N°	A	B	C	D
Perdida por lavada :	145.0	R + Suelo Hum	39.57	39.11	39.17	40.69
		R + Suelo Seco	36.19	35.88	35.84	36.98
		Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11
		Peso Agua	3.38	3.23	3.33	3.71
		Peso S. Seco	17.18	16.08	15.84	16.87
		% de Humedad	19.67	20.09	21.02	21.99
						<b>20.61</b>

Malla		Peso	Peso Corregido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa
Tamiz	mm.	(gr)	(gr)			
3"	76.200			0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500			0.00	0.0	100.00
2"	50.800			0.00	0.0	100.00
1 1/2"	38.100			0.00	0.0	100.00
1"	25.400			0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050			0.00	0.0	100.00
1/2"	12.700	25.4	25.5	1.37	1.4	98.63
3/8"	9.525			0.00	1.4	98.63
1/4"	6.350			0.00	1.4	98.63
No4	4.760	33.5	33.5	1.80	3.2	96.84
10	2.000	20.3	20.3	1.09	4.3	95.75
40	0.420	26.7	26.8	1.44	5.7	94.31
100	0.149	105.2	105.5	5.65	11.3	88.66
200	0.074	610.3	611.9	32.80	44.1	55.86
< 200		1039.3	1042.1	55.86	100.0	0.00
<b>Total</b>		<b>1860.6</b>	<b>1865.6</b>	<b>100.00</b>		

Límite Plástico NTP 339.128	
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>
Recipiente N°	a
R + Suelo Hum	22.36
R + Suelo Seco	20.86
Peso Recip.	9.64
Peso Agua	1.50
Peso S. Seco	11.22
% de Humedad	13.37



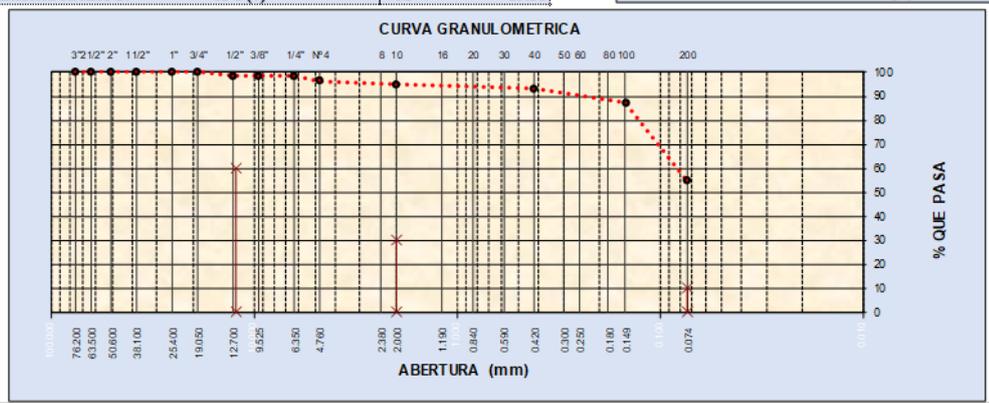
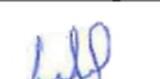
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



CURVA GRANULOMÉTRICA

<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  
--	---	--

Datos del ensayo de límite de consistencia C-1 al 1% GG

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>																																																																																																																																																											
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>		<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>																																																																																																																																																											
			<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>																																																																																																																																																											
<b>Tesis</b> : Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024"		<b>Registro N°:</b> IGC20-LEM-005-02																																																																																																																																																													
<b>Solicitante</b> : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		<b>Muestreado por</b> : Solicitantes																																																																																																																																																													
<b>Atención</b> : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		<b>Ensayado por</b> : Solicitantes																																																																																																																																																													
<b>Ubicación de Proyecto</b> : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		<b>Fecha de Ensayo:</b> 16/12/2024																																																																																																																																																													
<b>Código de Muestra</b> : C-1 (1% GG)																																																																																																																																																															
<b>Procedencia</b> : C-1																																																																																																																																																															
<b>N° de Muestra</b> : N° 2 (1% Goma Guar)																																																																																																																																																															
<b>Progresiva</b> : 4+000																																																																																																																																																															
<b>Granulometría (NTP 339.127)</b>		<b>Límite Líquido NTP 339.128</b>																																																																																																																																																													
<b>Datos de ensayo</b> Peso total : 2057.5 Peso de muestra lavada : 1912.5 Pérdida por lavada : 145.0		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de Golpes</td> <td>35</td> <td>30</td> <td>23</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Hum</td> <td>41.40</td> <td>40.94</td> <td>41.00</td> <td>42.52</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Seco</td> <td>36.04</td> <td>35.73</td> <td>35.69</td> <td>36.83</td> </tr> <tr> <td>Peso Recip.</td> <td>19.01</td> <td>19.80</td> <td>20.00</td> <td>20.11</td> </tr> <tr> <td>Peso Agua</td> <td>5.36</td> <td>5.21</td> <td>5.31</td> <td>5.69</td> </tr> <tr> <td>Peso S. Seco</td> <td>17.03</td> <td>15.93</td> <td>15.69</td> <td>16.72</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>31.47</td> <td>32.71</td> <td>33.84</td> <td>34.03</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black;"><b>32.90</b></td> </tr> </tbody> </table>			Ensayo	1	2	3	4	N° de Golpes	35	30	23	14	Recipiente N°	A	B	C	D	R + Suelo Hum	41.40	40.94	41.00	42.52	R + Suelo Seco	36.04	35.73	35.69	36.83	Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11	Peso Agua	5.36	5.21	5.31	5.69	Peso S. Seco	17.03	15.93	15.69	16.72	% de Humedad	31.47	32.71	33.84	34.03					<b>32.90</b>																																																																																																									
Ensayo	1	2	3	4																																																																																																																																																											
N° de Golpes	35	30	23	14																																																																																																																																																											
Recipiente N°	A	B	C	D																																																																																																																																																											
R + Suelo Hum	41.40	40.94	41.00	42.52																																																																																																																																																											
R + Suelo Seco	36.04	35.73	35.69	36.83																																																																																																																																																											
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11																																																																																																																																																											
Peso Agua	5.36	5.21	5.31	5.69																																																																																																																																																											
Peso S. Seco	17.03	15.93	15.69	16.72																																																																																																																																																											
% de Humedad	31.47	32.71	33.84	34.03																																																																																																																																																											
				<b>32.90</b>																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Tamiz mm.</th> <th>Peso (gr)</th> <th>Peso Corregido (gr)</th> <th>% Retenido Parcial</th> <th>% Retenido Acumulado</th> <th>% que Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td>32.1</td><td>32.2</td><td>1.68</td><td>1.7</td><td>98.32</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>1.7</td><td>98.32</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>1.7</td><td>98.32</td></tr> <tr><td>Nº4</td><td>4.760</td><td>40.2</td><td>40.3</td><td>2.11</td><td>3.8</td><td>96.21</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.000</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>1.41</td><td>5.2</td><td>94.80</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.420</td><td>33.4</td><td>33.5</td><td>1.75</td><td>7.0</td><td>93.05</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.149</td><td>111.9</td><td>112.2</td><td>5.87</td><td>12.8</td><td>87.18</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.074</td><td>617.0</td><td>618.6</td><td>32.35</td><td>45.2</td><td>54.84</td></tr> <tr><td>&lt; 200</td><td></td><td>1046.0</td><td>1048.7</td><td>54.84</td><td>100.0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td><b>1907.5</b></td><td><b>1912.5</b></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Malla	Tamiz mm.	Peso (gr)	Peso Corregido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	3"	76.200			0.00	0.0	100.00	2 1/2"	63.500			0.00	0.0	100.00	2"	50.800			0.00	0.0	100.00	1 1/2"	38.100			0.00	0.0	100.00	1"	25.400			0.00	0.0	100.00	3/4"	19.050			0.00	0.0	100.00	1/2"	12.700	32.1	32.2	1.68	1.7	98.32	3/8"	9.525			0.00	1.7	98.32	1/4"	6.350			0.00	1.7	98.32	Nº4	4.760	40.2	40.3	2.11	3.8	96.21	10	2.000	27.0	27.0	1.41	5.2	94.80	40	0.420	33.4	33.5	1.75	7.0	93.05	100	0.149	111.9	112.2	5.87	12.8	87.18	200	0.074	617.0	618.6	32.35	45.2	54.84	< 200		1046.0	1048.7	54.84	100.0	0.00	Total		<b>1907.5</b>	<b>1912.5</b>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>a</td> <td>b</td> <td>c</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Hum</td> <td>22.41</td> <td>23.25</td> <td>23.14</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Seco</td> <td>20.92</td> <td>21.62</td> <td>21.53</td> </tr> <tr> <td>Peso Recip.</td> <td>9.64</td> <td>9.78</td> <td>9.81</td> </tr> <tr> <td>Peso Agua</td> <td>1.49</td> <td>1.63</td> <td>1.61</td> </tr> <tr> <td>Peso S. Seco</td> <td>11.28</td> <td>11.84</td> <td>11.72</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>13.21</td> <td>13.77</td> <td>13.74</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black;"><b>13.57</b></td> </tr> </tbody> </table>			Ensayo	1	2	3	Recipiente N°	a	b	c	R + Suelo Hum	22.41	23.25	23.14	R + Suelo Seco	20.92	21.62	21.53	Peso Recip.	9.64	9.78	9.81	Peso Agua	1.49	1.63	1.61	Peso S. Seco	11.28	11.84	11.72	% de Humedad	13.21	13.77	13.74				<b>13.57</b>
Malla	Tamiz mm.	Peso (gr)	Peso Corregido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa																																																																																																																																																									
3"	76.200			0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
2 1/2"	63.500			0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
2"	50.800			0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
1 1/2"	38.100			0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
1"	25.400			0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
3/4"	19.050			0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
1/2"	12.700	32.1	32.2	1.68	1.7	98.32																																																																																																																																																									
3/8"	9.525			0.00	1.7	98.32																																																																																																																																																									
1/4"	6.350			0.00	1.7	98.32																																																																																																																																																									
Nº4	4.760	40.2	40.3	2.11	3.8	96.21																																																																																																																																																									
10	2.000	27.0	27.0	1.41	5.2	94.80																																																																																																																																																									
40	0.420	33.4	33.5	1.75	7.0	93.05																																																																																																																																																									
100	0.149	111.9	112.2	5.87	12.8	87.18																																																																																																																																																									
200	0.074	617.0	618.6	32.35	45.2	54.84																																																																																																																																																									
< 200		1046.0	1048.7	54.84	100.0	0.00																																																																																																																																																									
Total		<b>1907.5</b>	<b>1912.5</b>																																																																																																																																																												
Ensayo	1	2	3																																																																																																																																																												
Recipiente N°	a	b	c																																																																																																																																																												
R + Suelo Hum	22.41	23.25	23.14																																																																																																																																																												
R + Suelo Seco	20.92	21.62	21.53																																																																																																																																																												
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81																																																																																																																																																												
Peso Agua	1.49	1.63	1.61																																																																																																																																																												
Peso S. Seco	11.28	11.84	11.72																																																																																																																																																												
% de Humedad	13.21	13.77	13.74																																																																																																																																																												
			<b>13.57</b>																																																																																																																																																												
<b>Clasificación SUCS</b> : CL		<b>L.L.</b> : 32.90																																																																																																																																																													
<b>Clasificación AASHTO</b> : A-6 (7)		<b>I.P.</b> : 19.33																																																																																																																																																													
																																																																																																																																																															
<b>INGEOCONTROL SAC</b>																																																																																																																																																															
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 		<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma: 		<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma: 																																																																																																																																																											
																																																																																																																																																															

Datos del ensayo de límite de consistencia C-1 al 1.5% GG

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>		<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Compapata, Tramo 3+000 A6+000, Compapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-03

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
Ubicación de Proyecto : Distrito de Compapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 16/12/2024

Código de Muestra : C-1 (1.5%GG)  
Procedencia : C-1  
N° de Muestra : N° 3 (1.5% Goma Guar)  
Progresiva : 4+000

**Granulometría (NTP 339.127)**

Datos de ensayo  
Peso total : 2173.0  
Peso de muestra lavada : 2028.0  
Pérdida por lavada : 145.0

Malla	Tamiz	m.m.	Peso (gr)	so Corregi (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%que Pasa
3"		76.200			0.00	0.0	100.00
2 1/2"		63.500			0.00	0.0	100.00
2"		50.800			0.00	0.0	100.00
1 1/2"		38.100			0.00	0.0	100.00
1"		25.400			0.00	0.0	100.00
3/4"		19.050			0.00	0.0	100.00
12"		12.700	48.6	48.7	2.40	2.4	97.60
3/8"		9.525			0.00	2.4	97.60
1/4"		6.350			0.00	2.4	97.60
No4		4.760	56.7	56.8	2.80	5.2	94.80
10		2.000	43.5	43.6	2.15	7.4	92.65
40		0.420	49.9	50.0	2.47	9.8	90.18
100		0.149	128.4	128.7	6.35	16.2	83.83
200		0.074	633.5	635.1	31.31	47.5	52.52
< 200			1062.5	1065.1	52.52	100.0	0.00
Total			2023.0	2028.0			

Clasificación SUCS : CL LL : 36.18  
Clasificación AASHTO: A-6 (7) IP : 21.18

**Límite Líquido NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3	4
N° de Golpes	35	30	23	14
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum	41.95	41.49	41.55	43.07
R + Suelo Seco	36.05	35.74	35.70	36.84
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11
Peso Agua	5.90	5.75	5.85	6.23
Peso S. Seco	17.04	15.94	15.70	16.75
% de Humedad	34.62	36.07	37.26	37.24

**36.18**

**Límite Plástico NTP 339.128**

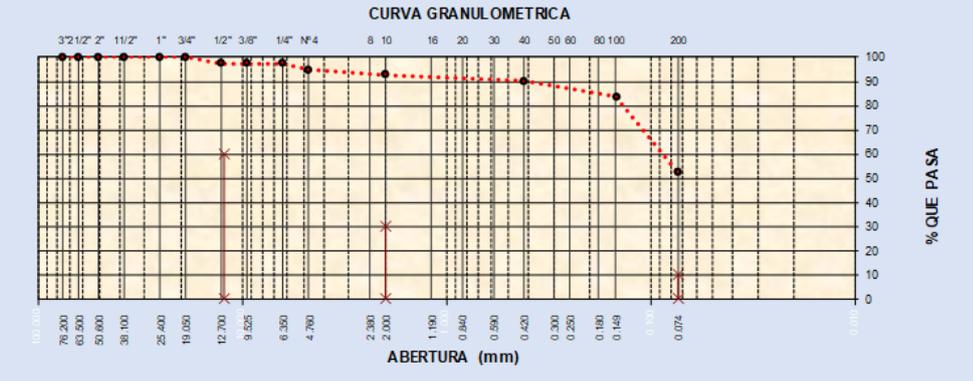
Ensayo	1	2	3
Recipiente N°	a	b	c
R + Suelo Hum	22.46	23.30	23.19
R + Suelo Seco	20.82	21.52	21.43
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81
Peso Agua	1.64	1.78	1.76
Peso S. Seco	11.18	11.74	11.62
% de Humedad	14.67	15.16	15.15

**14.99**

DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO



**CURVA GRANULOMETRICA**



INGEOCONTROL SAC

<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  
---	--	---

Datos del ensayo de límite de consistencia C-1 al 2 % GG

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>			<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>
			<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-04

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 16/12/2024

Código de Muestra : C-1 (2%GG)  
Procedencia : C-1  
N° de Muestra : N° 4 (2% Goma Guar)  
Progresiva : 4+000

**Granulometría (NTP 339.127)**

Datos de ensayo  
Peso total : 2098.1  
Peso de muestra lavada : 1953.1  
Pérdida por lavada : 145.0

Malla	Tamiz	mm.	Peso (gr)	Peso Corregido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%que Pasa
3"		76.200			0.00	0.0	100.00
2 1/2"		63.500			0.00	0.0	100.00
2"		50.800			0.00	0.0	100.00
1 1/2"		38.100			0.00	0.0	100.00
1"		25.400			0.00	0.0	100.00
3/4"		19.050			0.00	0.0	100.00
1/2"		12.700	37.9	38.0	1.95	1.9	98.05
3/8"		9.525			0.00	1.9	98.05
1/4"		6.350			0.00	1.9	98.05
No4		4.760	46.0	46.1	2.36	4.3	95.69
10		2.000	32.8	32.8	1.68	6.0	94.01
40		0.420	39.2	39.3	2.01	8.0	92.00
100		0.149	117.7	118.0	6.04	14.0	85.96
200		0.074	622.8	624.4	31.97	46.0	53.99
< 200			1051.8	1054.5	53.99	100.0	0.00
Total			1948.1	1953.1			

**Límite Líquido NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3	4
N° de Golpes	35	30	23	14
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum	41.37	40.91	40.97	42.49
R + Suelo Seco	36.12	35.81	35.77	36.91
Peso Recip	19.01	19.80	20.00	20.11
Peso Agua	5.25	5.10	5.20	5.38
Peso S. Seco	17.11	16.01	15.77	16.80
% de Humedad	30.68	31.86	32.97	33.21
				32.07

**Límite Plástico NTP 339.128**

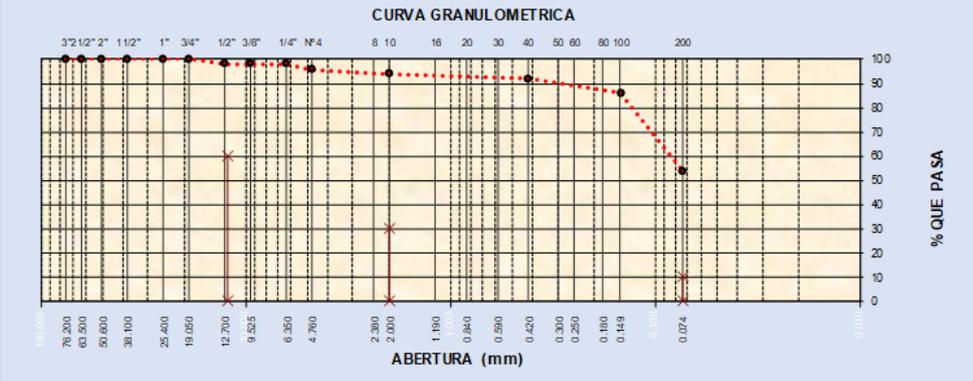
Ensayo	1	2	3
Recipiente N°	a	b	c
R + Suelo Hum	22.63	23.47	23.36
R + Suelo Seco	20.90	21.60	21.51
Peso Recip	9.64	9.78	9.81
Peso Agua	1.73	1.87	1.85
Peso S. Seco	11.26	11.82	11.70
% de Humedad	15.36	15.82	15.81
			15.67

**DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO**



**Clasificación SUCS : CL** L.L. : 32.07  
**Clasificación AASHTO: A-6 (5)** I.P. : 16.40

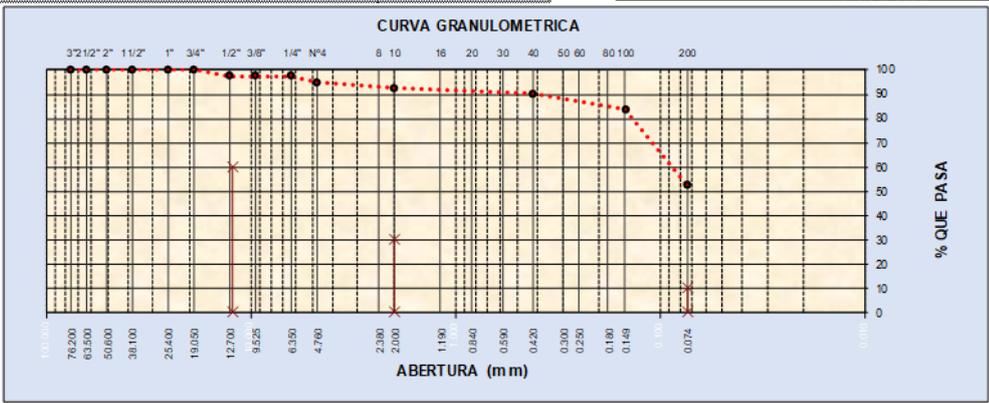
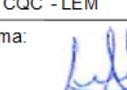
**CURVA GRANULOMÉTRICA**



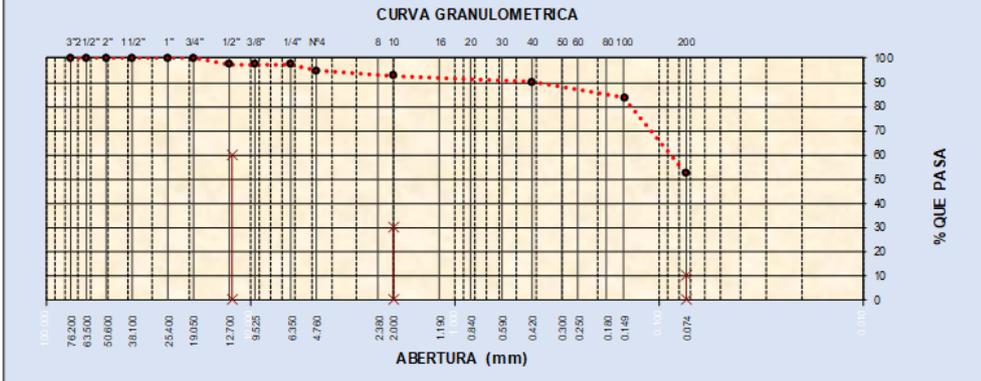
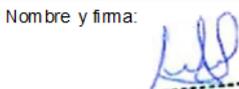
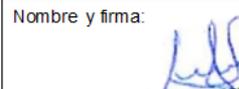
INGEOCONTROL SAC

<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  
--	---	--

Datos del ensayo de límite de consistencia C-2 al 0 % GG

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-63																																																																																																																																																										
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INDICE DE PLASTICIDAD ASTM C 136</b>			<b>01</b>																																																																																																																																																										
			Fecha	17/12/2024																																																																																																																																																										
			Página	1 de 5																																																																																																																																																										
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°: IGC20-LEM-005-05																																																																																																																																																												
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes																																																																																																																																																												
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes																																																																																																																																																												
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 17/12/2024																																																																																																																																																												
Código de Muestra : C-2 (0% GG)																																																																																																																																																														
Procedencia : C-2																																																																																																																																																														
N° de Muestra : N° 5 (0% Goma Guar)																																																																																																																																																														
Progresiva : 5+000																																																																																																																																																														
<b>Granulometría (NTP 339.127)</b>		<b>Limite Líquido NTP 339.128</b>																																																																																																																																																												
<b>Datos de ensayo</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de Golpes</td> <td>35</td> <td>30</td> <td>23</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Hum</td> <td>39.61</td> <td>39.15</td> <td>39.21</td> <td>40.73</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Seco</td> <td>36.21</td> <td>35.90</td> <td>35.86</td> <td>37.00</td> </tr> <tr> <td>Peso Recip.</td> <td>19.01</td> <td>19.80</td> <td>20.00</td> <td>20.11</td> </tr> <tr> <td>Peso Agua</td> <td>3.40</td> <td>3.25</td> <td>3.35</td> <td>3.73</td> </tr> <tr> <td>Peso S. Seco</td> <td>17.20</td> <td>16.10</td> <td>15.86</td> <td>16.89</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>19.77</td> <td>20.19</td> <td>21.12</td> <td>22.08</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;"><b>20.70</b></td> </tr> </tbody> </table>			Ensayo	1	2	3	4	N° de Golpes	35	30	23	14	Recipiente N°	A	B	C	D	R + Suelo Hum	39.61	39.15	39.21	40.73	R + Suelo Seco	36.21	35.90	35.86	37.00	Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11	Peso Agua	3.40	3.25	3.35	3.73	Peso S. Seco	17.20	16.10	15.86	16.89	% de Humedad	19.77	20.19	21.12	22.08					<b>20.70</b>																																																																																																								
Ensayo	1	2	3	4																																																																																																																																																										
N° de Golpes	35	30	23	14																																																																																																																																																										
Recipiente N°	A	B	C	D																																																																																																																																																										
R + Suelo Hum	39.61	39.15	39.21	40.73																																																																																																																																																										
R + Suelo Seco	36.21	35.90	35.86	37.00																																																																																																																																																										
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11																																																																																																																																																										
Peso Agua	3.40	3.25	3.35	3.73																																																																																																																																																										
Peso S. Seco	17.20	16.10	15.86	16.89																																																																																																																																																										
% de Humedad	19.77	20.19	21.12	22.08																																																																																																																																																										
				<b>20.70</b>																																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Peso</th> <th>iso Corregi</th> <th>%Retenido</th> <th>%Retenido</th> <th>% que</th> </tr> <tr> <th>Tamiz</th> <th>mm.</th> <th>(gr)</th> <th>Parcial</th> <th>Acumulado</th> <th>Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3"</td> <td>76.200</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.0</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>2 1/2"</td> <td>63.500</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.0</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>50.800</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.0</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>38.100</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.0</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25.400</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.0</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>19.050</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.0</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>12.700</td> <td>49.1</td> <td>49.2</td> <td>2.42</td> <td>2.4</td> <td>97.58</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.525</td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> <td>2.4</td> <td>97.58</td> </tr> <tr> <td>1/4"</td> <td>6.350</td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> <td>2.4</td> <td>97.58</td> </tr> <tr> <td>No4</td> <td>4.760</td> <td>57.2</td> <td>57.3</td> <td>2.82</td> <td>5.2</td> <td>94.76</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2.000</td> <td>44.0</td> <td>44.1</td> <td>2.17</td> <td>7.4</td> <td>92.59</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0.420</td> <td>50.4</td> <td>50.5</td> <td>2.49</td> <td>9.9</td> <td>90.10</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0.149</td> <td>128.9</td> <td>129.2</td> <td>6.36</td> <td>16.3</td> <td>83.74</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0.074</td> <td>634.0</td> <td>635.6</td> <td>31.28</td> <td>47.5</td> <td>52.45</td> </tr> <tr> <td>&lt; 200</td> <td></td> <td>1063.0</td> <td>1065.6</td> <td>52.45</td> <td>100.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td></td> <td><b>2026.5</b></td> <td><b>2031.5</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Malla	Peso	iso Corregi	%Retenido	%Retenido	% que	Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acumulado	Pasa	3"	76.200		0.00	0.0	100.00	2 1/2"	63.500		0.00	0.0	100.00	2"	50.800		0.00	0.0	100.00	1 1/2"	38.100		0.00	0.0	100.00	1"	25.400		0.00	0.0	100.00	3/4"	19.050		0.00	0.0	100.00	1/2"	12.700	49.1	49.2	2.42	2.4	97.58	3/8"	9.525			0.00	2.4	97.58	1/4"	6.350			0.00	2.4	97.58	No4	4.760	57.2	57.3	2.82	5.2	94.76	10	2.000	44.0	44.1	2.17	7.4	92.59	40	0.420	50.4	50.5	2.49	9.9	90.10	100	0.149	128.9	129.2	6.36	16.3	83.74	200	0.074	634.0	635.6	31.28	47.5	52.45	< 200		1063.0	1065.6	52.45	100.0	0.00	<b>Total</b>		<b>2026.5</b>	<b>2031.5</b>				<b>Limite Plástico NTP 339.128</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <th>Recipiente N°</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R + Suelo Hum</td> <td>22.53</td> <td>23.37</td> <td>23.26</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Seco</td> <td>20.93</td> <td>21.63</td> <td>21.54</td> </tr> <tr> <td>Peso Recip.</td> <td>9.64</td> <td>9.78</td> <td>9.81</td> </tr> <tr> <td>Peso Agua</td> <td>1.60</td> <td>1.74</td> <td>1.72</td> </tr> <tr> <td>Peso S. Seco</td> <td>11.29</td> <td>11.85</td> <td>11.73</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>14.17</td> <td>14.68</td> <td>14.66</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;"><b>14.51</b></td> </tr> </tbody> </table>			Ensayo	1	2	3	Recipiente N°	a	b	c	R + Suelo Hum	22.53	23.37	23.26	R + Suelo Seco	20.93	21.63	21.54	Peso Recip.	9.64	9.78	9.81	Peso Agua	1.60	1.74	1.72	Peso S. Seco	11.29	11.85	11.73	% de Humedad	14.17	14.68	14.66				<b>14.51</b>
Malla	Peso	iso Corregi	%Retenido	%Retenido	% que																																																																																																																																																									
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acumulado	Pasa																																																																																																																																																									
3"	76.200		0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
2 1/2"	63.500		0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
2"	50.800		0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
1 1/2"	38.100		0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
1"	25.400		0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
3/4"	19.050		0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																									
1/2"	12.700	49.1	49.2	2.42	2.4	97.58																																																																																																																																																								
3/8"	9.525			0.00	2.4	97.58																																																																																																																																																								
1/4"	6.350			0.00	2.4	97.58																																																																																																																																																								
No4	4.760	57.2	57.3	2.82	5.2	94.76																																																																																																																																																								
10	2.000	44.0	44.1	2.17	7.4	92.59																																																																																																																																																								
40	0.420	50.4	50.5	2.49	9.9	90.10																																																																																																																																																								
100	0.149	128.9	129.2	6.36	16.3	83.74																																																																																																																																																								
200	0.074	634.0	635.6	31.28	47.5	52.45																																																																																																																																																								
< 200		1063.0	1065.6	52.45	100.0	0.00																																																																																																																																																								
<b>Total</b>		<b>2026.5</b>	<b>2031.5</b>																																																																																																																																																											
Ensayo	1	2	3																																																																																																																																																											
Recipiente N°	a	b	c																																																																																																																																																											
R + Suelo Hum	22.53	23.37	23.26																																																																																																																																																											
R + Suelo Seco	20.93	21.63	21.54																																																																																																																																																											
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81																																																																																																																																																											
Peso Agua	1.60	1.74	1.72																																																																																																																																																											
Peso S. Seco	11.29	11.85	11.73																																																																																																																																																											
% de Humedad	14.17	14.68	14.66																																																																																																																																																											
			<b>14.51</b>																																																																																																																																																											
Clasificación SUCS : <b>CL-ML</b>		L.L : <b>20.70</b>																																																																																																																																																												
Clasificación AASHTO: <b>A-4 (3)</b>		I.P : <b>6.20</b>																																																																																																																																																												
																																																																																																																																																														
<b>INGEOCONTROL SAC</b>																																																																																																																																																														
<b>TECNICO LEM</b>		<b>JEFE LEM</b>		<b>CQC - LEM</b>																																																																																																																																																										
Nombre y firma: 		Nombre y firma: 		Nombre y firma: 																																																																																																																																																										
																																																																																																																																																														

Datos del ensayo de límite de consistencia C-2 al 1 % GG

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>																																																																																																																																																														
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM C 136</b>			<b>01</b>																																																																																																																																																														
			<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>																																																																																																																																																														
			<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>																																																																																																																																																														
<b>Tesis</b> : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		<b>Registro N°</b> : IGC20-LEM-005-06																																																																																																																																																																
<b>Solicitante</b> : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz		<b>Muestreado por</b> : Solicitantes																																																																																																																																																																
<b>Atención</b> : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz		<b>Ensayado por</b> : Solicitantes																																																																																																																																																																
<b>Ubicación de Proyecto</b> : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		<b>Fecha de Ensayo</b> : 17/12/2024																																																																																																																																																																
<b>Código de Muestra</b> : C-2 (1%GG) <b>Procedencia</b> : C-2 <b>N° de Muestra</b> : N° 6 (1% Goma Guar) <b>Progresiva</b> : 5+000																																																																																																																																																																		
<b>Granulometría (NTP 339.127)</b>		<b>Límite Líquido NTP 339.128</b>																																																																																																																																																																
<b>Datos de ensayo</b> Peso total : 2172.3 Peso de muestra lavada : 2027.3 Perdida por lavada : 145.0		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de Golpes</td> <td>35</td> <td>30</td> <td>23</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Hum</td> <td>40.93</td> <td>40.47</td> <td>40.53</td> <td>42.05</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Seco</td> <td>36.08</td> <td>35.77</td> <td>35.73</td> <td>36.87</td> </tr> <tr> <td>Peso Recip.</td> <td>19.01</td> <td>19.80</td> <td>20.00</td> <td>20.11</td> </tr> <tr> <td>Peso Agua</td> <td>4.85</td> <td>4.70</td> <td>4.80</td> <td>5.18</td> </tr> <tr> <td>Peso S. Seco</td> <td>17.07</td> <td>15.97</td> <td>15.73</td> <td>16.76</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>28.41</td> <td>29.43</td> <td>30.51</td> <td>30.91</td> </tr> </tbody> </table>			Ensayo	1	2	3	4	N° de Golpes	35	30	23	14	Recipiente N°	A	B	C	D	R + Suelo Hum	40.93	40.47	40.53	42.05	R + Suelo Seco	36.08	35.77	35.73	36.87	Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11	Peso Agua	4.85	4.70	4.80	5.18	Peso S. Seco	17.07	15.97	15.73	16.76	% de Humedad	28.41	29.43	30.51	30.91																																																																																																																	
Ensayo	1	2	3	4																																																																																																																																																														
N° de Golpes	35	30	23	14																																																																																																																																																														
Recipiente N°	A	B	C	D																																																																																																																																																														
R + Suelo Hum	40.93	40.47	40.53	42.05																																																																																																																																																														
R + Suelo Seco	36.08	35.77	35.73	36.87																																																																																																																																																														
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11																																																																																																																																																														
Peso Agua	4.85	4.70	4.80	5.18																																																																																																																																																														
Peso S. Seco	17.07	15.97	15.73	16.76																																																																																																																																																														
% de Humedad	28.41	29.43	30.51	30.91																																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Tamiz</th> <th>m.m.</th> <th>Peso (gr)</th> <th>Peso Corregido (gr)</th> <th>% Retenido Parcial</th> <th>% Retenido Acumulado</th> <th>% que Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td>48.5</td><td>48.6</td><td>2.40</td><td>2.4</td><td>97.60</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>2.4</td><td>97.60</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>2.4</td><td>97.60</td></tr> <tr><td>Nº4</td><td>4.760</td><td>56.6</td><td>56.7</td><td>2.80</td><td>5.2</td><td>94.80</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.000</td><td>43.4</td><td>43.5</td><td>2.14</td><td>7.3</td><td>92.66</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.420</td><td>49.8</td><td>49.9</td><td>2.46</td><td>9.8</td><td>90.20</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.149</td><td>128.3</td><td>128.6</td><td>6.34</td><td>16.1</td><td>83.85</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.074</td><td>633.4</td><td>635.0</td><td>31.32</td><td>47.5</td><td>52.53</td></tr> <tr><td>&lt; 200</td><td></td><td>1062.4</td><td>1065.0</td><td>52.53</td><td>100.0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td><b>Total</b></td><td></td><td><b>2022.3</b></td><td><b>2027.3</b></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Malla	Tamiz	m.m.	Peso (gr)	Peso Corregido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	3"	76.200				0.00	0.0	100.00	2 1/2"	63.500				0.00	0.0	100.00	2"	50.800				0.00	0.0	100.00	1 1/2"	38.100				0.00	0.0	100.00	1"	25.400				0.00	0.0	100.00	3/4"	19.050				0.00	0.0	100.00	1/2"	12.700	48.5	48.6	2.40	2.4	97.60	3/8"	9.525			0.00	2.4	97.60	1/4"	6.350			0.00	2.4	97.60	Nº4	4.760	56.6	56.7	2.80	5.2	94.80	10	2.000	43.4	43.5	2.14	7.3	92.66	40	0.420	49.8	49.9	2.46	9.8	90.20	100	0.149	128.3	128.6	6.34	16.1	83.85	200	0.074	633.4	635.0	31.32	47.5	52.53	< 200		1062.4	1065.0	52.53	100.0	0.00	<b>Total</b>		<b>2022.3</b>	<b>2027.3</b>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>a</td> <td>b</td> <td>c</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Hum</td> <td>22.54</td> <td>23.38</td> <td>23.27</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Seco</td> <td>20.95</td> <td>21.65</td> <td>21.56</td> </tr> <tr> <td>Peso Recip.</td> <td>9.64</td> <td>9.78</td> <td>9.81</td> </tr> <tr> <td>Peso Agua</td> <td>1.59</td> <td>1.73</td> <td>1.71</td> </tr> <tr> <td>Peso S. Seco</td> <td>11.31</td> <td>11.87</td> <td>11.75</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>14.06</td> <td>14.57</td> <td>14.55</td> </tr> </tbody> </table>			Ensayo	1	2	3	Recipiente N°	a	b	c	R + Suelo Hum	22.54	23.38	23.27	R + Suelo Seco	20.95	21.65	21.56	Peso Recip.	9.64	9.78	9.81	Peso Agua	1.59	1.73	1.71	Peso S. Seco	11.31	11.87	11.75	% de Humedad	14.06	14.57	14.55
Malla	Tamiz	m.m.	Peso (gr)	Peso Corregido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa																																																																																																																																																											
3"	76.200				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
2 1/2"	63.500				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
2"	50.800				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
1 1/2"	38.100				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
1"	25.400				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
3/4"	19.050				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
1/2"	12.700	48.5	48.6	2.40	2.4	97.60																																																																																																																																																												
3/8"	9.525			0.00	2.4	97.60																																																																																																																																																												
1/4"	6.350			0.00	2.4	97.60																																																																																																																																																												
Nº4	4.760	56.6	56.7	2.80	5.2	94.80																																																																																																																																																												
10	2.000	43.4	43.5	2.14	7.3	92.66																																																																																																																																																												
40	0.420	49.8	49.9	2.46	9.8	90.20																																																																																																																																																												
100	0.149	128.3	128.6	6.34	16.1	83.85																																																																																																																																																												
200	0.074	633.4	635.0	31.32	47.5	52.53																																																																																																																																																												
< 200		1062.4	1065.0	52.53	100.0	0.00																																																																																																																																																												
<b>Total</b>		<b>2022.3</b>	<b>2027.3</b>																																																																																																																																																															
Ensayo	1	2	3																																																																																																																																																															
Recipiente N°	a	b	c																																																																																																																																																															
R + Suelo Hum	22.54	23.38	23.27																																																																																																																																																															
R + Suelo Seco	20.95	21.65	21.56																																																																																																																																																															
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81																																																																																																																																																															
Peso Agua	1.59	1.73	1.71																																																																																																																																																															
Peso S. Seco	11.31	11.87	11.75																																																																																																																																																															
% de Humedad	14.06	14.57	14.55																																																																																																																																																															
<b>Clasificación SUCS</b> : CL <b>Clasificación AASHTO</b> : A-6(5)		<b>LL</b> : 29.71 <b>IP</b> : 15.31																																																																																																																																																																
																																																																																																																																																																		
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>																																																																																																																																																																		
																																																																																																																																																																		
INGEOCONTROL SAC																																																																																																																																																																		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  		<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  		<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  																																																																																																																																																														

Datos del ensayo de límite de consistencia C-2 al 1.5 % GG

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM C136</b>		<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>

Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-07

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 17/12/2024

Código de Muestra : C-2 (1.5% GG)  
 Procedencia : C-2  
 N° de Muestra : N° 7 (1.5% Goma Guar)  
 Progresiva : 5+000

**Granulometría (NTP 339.127)**

<b>Datos de ensayo</b>					
Peso total :	2182.1				
Peso de muestra lavada :	2037.1				
Pérdida por lavada :	145.0				

Malla	Peso (gr)	Peso Corregido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200		0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500		0.00	0.0	100.00
2"	50.600		0.00	0.0	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	0.0	100.00
1"	25.400		0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050		0.00	0.0	100.00
1/2"	12.700	49.9	2.46	2.5	97.54
3/8"	9.525		0.00	2.5	97.54
1/4"	6.350		0.00	2.5	97.54
Nº4	4.760	58.0	2.85	5.3	94.69
10	2.000	44.8	2.20	7.5	92.49
40	0.420	51.2	2.52	10.0	89.97
100	0.149	129.7	6.38	16.4	83.59
200	0.074	634.8	31.24	47.7	52.35
<200		1063.8	52.35	100.0	0.00
<b>Total</b>	<b>2032.1</b>	<b>2037.1</b>			

**Límite Líquido NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3	4
N° de Golpes	35	30	23	14
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum	41.60	41.14	41.20	42.72
R + Suelo Seco	36.08	35.77	35.73	36.87
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11
Peso Agua	5.52	5.37	5.47	5.85
Peso S. Seco	17.07	15.97	15.73	16.76
% de Humedad	32.34	33.63	34.77	34.90

33.79

**Límite Plástico NTP 339.128**

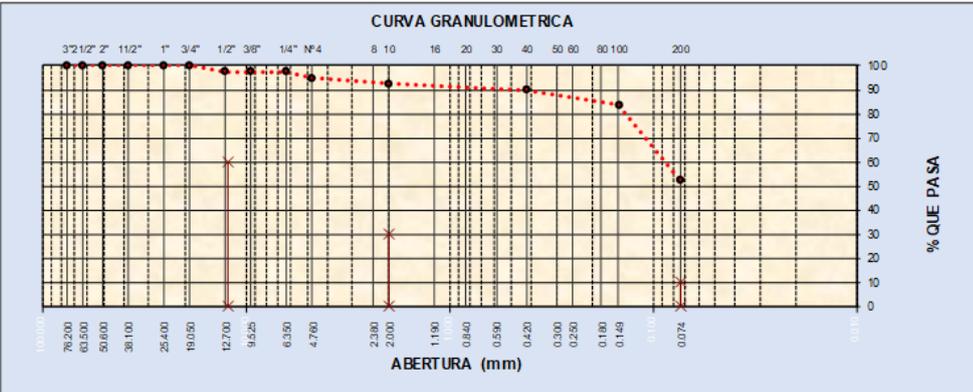
Ensayo	1	2	3
Recipiente N°	a	b	c
R + Suelo Hum	22.71	23.55	23.44
R + Suelo Seco	21.00	21.70	21.61
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81
Peso Agua	1.71	1.85	1.83
Peso S. Seco	11.36	11.92	11.80
% de Humedad	15.05	15.52	15.51

15.36

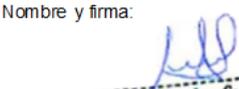
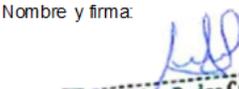


Clasificación SUCS : CL L.L. : 33.79  
 Clasificación AASHTO: A-6 (6) I.P. : 18.43

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 
 Froilan Rodas Guizado INGENIERO CIVIL CIP. N° 287994	 Froilan Rodas Guizado INGENIERO CIVIL CIP. N° 287994	 Froilan Rodas Guizado INGENIERO CIVIL CIP. N° 287994

Datos del ensayo de límite de consistencia C-2 al 2 % GG.

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INDICE DE PLASTICIDAD ASTM C136</b>			<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>
			<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>

Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Comapata, Tramo 3+000 A 6+000, Comapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-08

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Comapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 17/12/2024

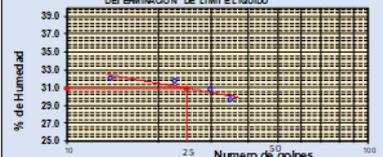
Código de Muestra : C-2 (2%GG)  
 Procedencia : C-2  
 N° de Muestra : N° 8 (2% Goma Guar)  
 Progresiva : 5+000

<b>Granulometría (NTP 339.127)</b>		<b>Limite Líquido NTP 339.128</b>				
<b>Datos de ensayo</b>		<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso total :	2047.7	N° de Golpes	35	30	23	14
Peso de muestra lavada :	1902.7	Recipiente N°	A	B	C	D
Perdida por lavada :	145.0	R + Suelo Hum	41.15	40.69	40.75	42.27
		R + Suelo Seco	36.10	35.79	35.75	36.89
		Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11
		Peso Agua	5.05	4.90	5.00	5.38
		Peso S. Seco	17.09	15.99	15.75	16.78
		% de Humedad	29.55	30.64	31.75	32.06
			<b>30.89</b>			

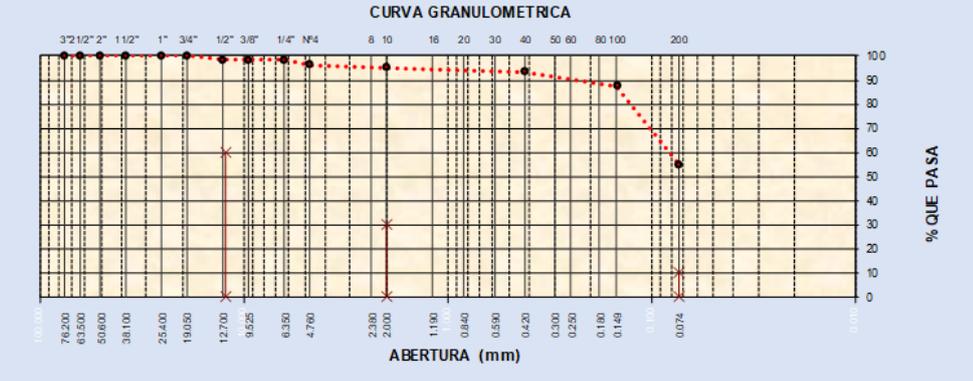
<b>Limite Plástico NTP 339.128</b>	
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>
Recipiente N°	a
R + Suelo Hum	22.62
R + Suelo Seco	20.88
Peso Recip.	9.64
Peso Agua	1.74
Peso S. Seco	11.24
% de Humedad	15.48

Malla	Tamiz	mm.	Peso (gr)	Peso Corregi (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200				0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500				0.00	0.0	100.00
2"	50.800				0.00	0.0	100.00
1 1/2"	38.100				0.00	0.0	100.00
1"	25.400				0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050				0.00	0.0	100.00
1/2"	12.700	30.7	30.8	1.62	1.6	98.38	
3/8"	9.525			0.00	1.6	98.38	
1/4"	6.350			0.00	1.6	98.38	
Nº4	4.760	38.8	38.9	2.04	3.7	96.34	
10	2.000	25.6	25.6	1.35	5.0	94.99	
40	0.420	32.0	32.1	1.69	6.7	93.31	
100	0.149	110.5	110.8	5.82	12.5	87.48	
200	0.074	615.6	617.2	32.44	45.0	55.04	
< 200		1044.6	1047.4	55.04	100.0	0.00	
Total		1897.7	1902.7				

Clasificación SUCS :	<b>CL</b>	LL :	<b>30.89</b>
Clasificación AASHTO:	<b>A-6(5)</b>	IP :	<b>15.11</b>



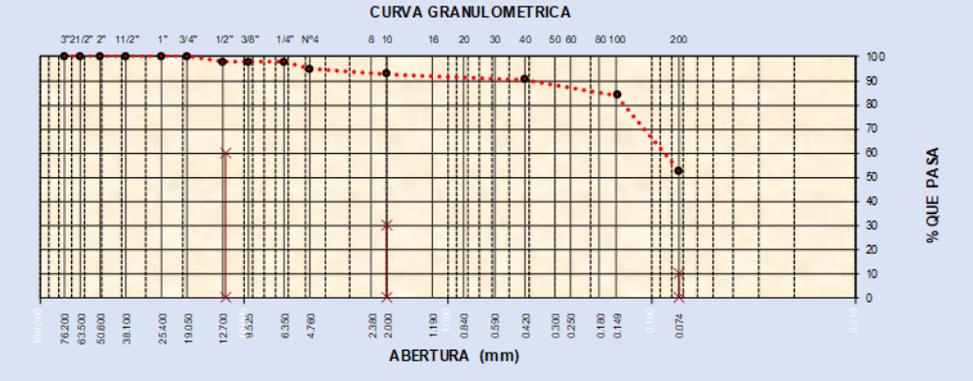
DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO



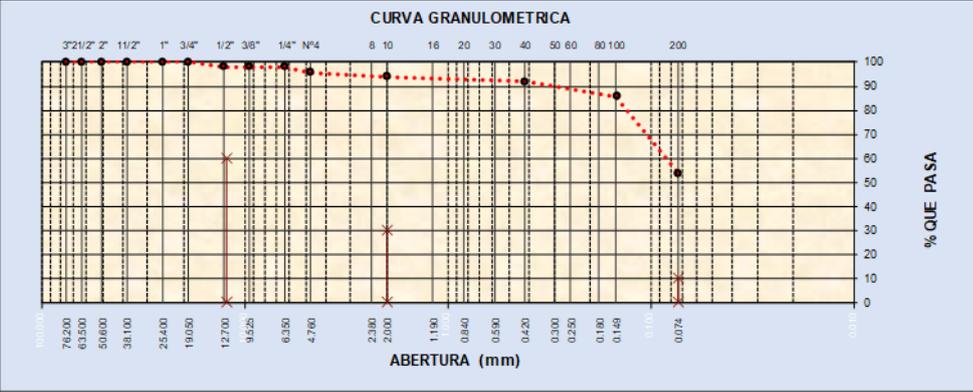
CURVA GRANULOMETRICA

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  

Datos del ensayo de límite de consistencia C-3 al 0 % GG

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>																																																																																																																																																														
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INDICE DE PLASTICIDAD ASTM C136</b>			<b>01</b>																																																																																																																																																														
			<b>Fecha</b>	<b>18/12/2024</b>																																																																																																																																																														
			<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>																																																																																																																																																														
<b>Tesis</b> : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024"		<b>Registro N°:</b> IGC20-LEM-005-09																																																																																																																																																																
<b>Solicitante</b> : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		<b>Muestreado por</b> : Solicitantes																																																																																																																																																																
<b>Atención</b> : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		<b>Ensayado por</b> : Solicitantes																																																																																																																																																																
<b>Ubicación de Proyecto</b> : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		<b>Fecha de Ensayo:</b> 18/12/2024																																																																																																																																																																
<b>Código de Muestra</b> : C-3 (0% GG) <b>Procedencia</b> : C-3 <b>N° de Muestra</b> : N° 9 (0% Goma Guar) <b>Progresiva</b> : 6+000																																																																																																																																																																		
<b>Granulometría (NTP 339.127)</b> <b>Datos de ensayo</b> Peso total : 2164.6 Peso de muestra lavada : 2019.6 Perdida por lavada : 145.0		<b>Límite Líquido NTP 339.128</b> <table border="1"> <tr><th>Ensayo</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th></tr> <tr><td>N° de Golpes</td><td>35</td><td>30</td><td>23</td><td>14</td></tr> <tr><td>Recipiente N°</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr> <tr><td>R + Suelo Hum</td><td>39.58</td><td>39.12</td><td>39.18</td><td>40.70</td></tr> <tr><td>R + Suelo Seco</td><td>36.21</td><td>35.90</td><td>35.86</td><td>37.00</td></tr> <tr><td>Peso Recip.</td><td>19.01</td><td>19.80</td><td>20.00</td><td>20.11</td></tr> <tr><td>Peso Agua</td><td>3.37</td><td>3.22</td><td>3.32</td><td>3.70</td></tr> <tr><td>Peso S. Seco</td><td>17.20</td><td>16.10</td><td>15.86</td><td>16.89</td></tr> <tr><td>% de Humedad</td><td>19.59</td><td>20.00</td><td>20.93</td><td>21.91</td></tr> </table>			Ensayo	1	2	3	4	N° de Golpes	35	30	23	14	Recipiente N°	A	B	C	D	R + Suelo Hum	39.58	39.12	39.18	40.70	R + Suelo Seco	36.21	35.90	35.86	37.00	Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11	Peso Agua	3.37	3.22	3.32	3.70	Peso S. Seco	17.20	16.10	15.86	16.89	% de Humedad	19.59	20.00	20.93	21.91																																																																																																																	
Ensayo	1	2	3	4																																																																																																																																																														
N° de Golpes	35	30	23	14																																																																																																																																																														
Recipiente N°	A	B	C	D																																																																																																																																																														
R + Suelo Hum	39.58	39.12	39.18	40.70																																																																																																																																																														
R + Suelo Seco	36.21	35.90	35.86	37.00																																																																																																																																																														
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11																																																																																																																																																														
Peso Agua	3.37	3.22	3.32	3.70																																																																																																																																																														
Peso S. Seco	17.20	16.10	15.86	16.89																																																																																																																																																														
% de Humedad	19.59	20.00	20.93	21.91																																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Tamiz</th> <th>m.m.</th> <th>Peso (gr)</th> <th>Peso Corregi (gr)</th> <th>% Retenido Parcial</th> <th>% Retenido Acumulado</th> <th>% que Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td>47.4</td><td>47.5</td><td>2.35</td><td>2.4</td><td>97.65</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>2.4</td><td>97.65</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>2.4</td><td>97.65</td></tr> <tr><td>Nº4</td><td>4.760</td><td>55.5</td><td>55.6</td><td>2.75</td><td>5.1</td><td>94.89</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.000</td><td>42.3</td><td>42.4</td><td>2.10</td><td>7.2</td><td>92.80</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.420</td><td>48.7</td><td>48.8</td><td>2.42</td><td>9.6</td><td>90.38</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.149</td><td>127.2</td><td>127.5</td><td>6.31</td><td>15.9</td><td>84.06</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.074</td><td>632.3</td><td>633.9</td><td>31.39</td><td>47.3</td><td>52.68</td></tr> <tr><td>&lt; 200</td><td></td><td>1061.3</td><td>1063.9</td><td>52.68</td><td>100.0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>2014.6</td><td>2019.6</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Malla	Tamiz	m.m.	Peso (gr)	Peso Corregi (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	3"	76.200				0.00	0.00	100.00	2 1/2"	63.500				0.00	0.00	100.00	2"	50.800				0.00	0.00	100.00	1 1/2"	38.100				0.00	0.00	100.00	1"	25.400				0.00	0.00	100.00	3/4"	19.050				0.00	0.00	100.00	1/2"	12.700	47.4	47.5	2.35	2.4	97.65	3/8"	9.525			0.00	2.4	97.65	1/4"	6.350			0.00	2.4	97.65	Nº4	4.760	55.5	55.6	2.75	5.1	94.89	10	2.000	42.3	42.4	2.10	7.2	92.80	40	0.420	48.7	48.8	2.42	9.6	90.38	100	0.149	127.2	127.5	6.31	15.9	84.06	200	0.074	632.3	633.9	31.39	47.3	52.68	< 200		1061.3	1063.9	52.68	100.0	0.00	Total		2014.6	2019.6				<b>Límite Plástico NTP 339.128</b> <table border="1"> <tr><th>Ensayo</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td>Recipiente N°</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td></tr> <tr><td>R + Suelo Hum</td><td>22.52</td><td>23.36</td><td>23.25</td></tr> <tr><td>R + Suelo Seco</td><td>20.83</td><td>21.53</td><td>21.44</td></tr> <tr><td>Peso Recip.</td><td>9.64</td><td>9.78</td><td>9.81</td></tr> <tr><td>Peso Agua</td><td>1.69</td><td>1.83</td><td>1.81</td></tr> <tr><td>Peso S. Seco</td><td>11.19</td><td>11.75</td><td>11.63</td></tr> <tr><td>% de Humedad</td><td>15.10</td><td>15.57</td><td>15.56</td></tr> </table>			Ensayo	1	2	3	Recipiente N°	a	b	c	R + Suelo Hum	22.52	23.36	23.25	R + Suelo Seco	20.83	21.53	21.44	Peso Recip.	9.64	9.78	9.81	Peso Agua	1.69	1.83	1.81	Peso S. Seco	11.19	11.75	11.63	% de Humedad	15.10	15.57	15.56
Malla	Tamiz	m.m.	Peso (gr)	Peso Corregi (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa																																																																																																																																																											
3"	76.200				0.00	0.00	100.00																																																																																																																																																											
2 1/2"	63.500				0.00	0.00	100.00																																																																																																																																																											
2"	50.800				0.00	0.00	100.00																																																																																																																																																											
1 1/2"	38.100				0.00	0.00	100.00																																																																																																																																																											
1"	25.400				0.00	0.00	100.00																																																																																																																																																											
3/4"	19.050				0.00	0.00	100.00																																																																																																																																																											
1/2"	12.700	47.4	47.5	2.35	2.4	97.65																																																																																																																																																												
3/8"	9.525			0.00	2.4	97.65																																																																																																																																																												
1/4"	6.350			0.00	2.4	97.65																																																																																																																																																												
Nº4	4.760	55.5	55.6	2.75	5.1	94.89																																																																																																																																																												
10	2.000	42.3	42.4	2.10	7.2	92.80																																																																																																																																																												
40	0.420	48.7	48.8	2.42	9.6	90.38																																																																																																																																																												
100	0.149	127.2	127.5	6.31	15.9	84.06																																																																																																																																																												
200	0.074	632.3	633.9	31.39	47.3	52.68																																																																																																																																																												
< 200		1061.3	1063.9	52.68	100.0	0.00																																																																																																																																																												
Total		2014.6	2019.6																																																																																																																																																															
Ensayo	1	2	3																																																																																																																																																															
Recipiente N°	a	b	c																																																																																																																																																															
R + Suelo Hum	22.52	23.36	23.25																																																																																																																																																															
R + Suelo Seco	20.83	21.53	21.44																																																																																																																																																															
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81																																																																																																																																																															
Peso Agua	1.69	1.83	1.81																																																																																																																																																															
Peso S. Seco	11.19	11.75	11.63																																																																																																																																																															
% de Humedad	15.10	15.57	15.56																																																																																																																																																															
Clasificación SUCS : <b>CL-ML</b> <b>LL :</b> 20.52 Clasificación AASHTO: <b>A-4 (3)</b> <b>IP :</b> 5.11																																																																																																																																																																		
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>																																																																																																																																																																		
																																																																																																																																																																		
INGEOCONTROL SAC																																																																																																																																																																		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  		<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  		<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  																																																																																																																																																														

Datos del ensayo de límite de consistencia C-3 al 1 % GG

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-63																																																																																																																																																														
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INDICE DE PLASTICIDAD ASTM C136</b>			<b>01</b>																																																																																																																																																														
			Fecha	18/12/2024																																																																																																																																																														
			Página	1 de 5																																																																																																																																																														
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°: IGC20-LEM-005-10																																																																																																																																																																
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz		Muestreado por : Solicitantes																																																																																																																																																																
Atención : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz		Ensayado por : Solicitantes																																																																																																																																																																
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 18/12/2024																																																																																																																																																																
Código de Muestra : C-3 (1%GG)																																																																																																																																																																		
Procedencia : C-3																																																																																																																																																																		
N° de Muestra : N° 10 (1% Goma Guar)																																																																																																																																																																		
Progresiva : 6+000																																																																																																																																																																		
<b>Granulometría (NTP 339.127)</b>		<b>Límite Líquido NTP 339.128</b>																																																																																																																																																																
Datos de ensayo		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de Golpes</td> <td>35</td> <td>30</td> <td>23</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Húm</td> <td>41.21</td> <td>40.75</td> <td>40.81</td> <td>42.33</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Seco</td> <td>36.06</td> <td>35.75</td> <td>35.71</td> <td>36.85</td> </tr> <tr> <td>Peso Recip.</td> <td>19.01</td> <td>19.80</td> <td>20.00</td> <td>20.11</td> </tr> <tr> <td>Peso Agua</td> <td>5.15</td> <td>5.00</td> <td>5.10</td> <td>5.48</td> </tr> <tr> <td>Peso S. Seco</td> <td>17.05</td> <td>15.95</td> <td>15.71</td> <td>16.74</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>30.21</td> <td>31.35</td> <td>32.46</td> <td>32.74</td> </tr> </tbody> </table>			Ensayo	1	2	3	4	N° de Golpes	35	30	23	14	Recipiente N°	A	B	C	D	R + Suelo Húm	41.21	40.75	40.81	42.33	R + Suelo Seco	36.06	35.75	35.71	36.85	Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11	Peso Agua	5.15	5.00	5.10	5.48	Peso S. Seco	17.05	15.95	15.71	16.74	% de Humedad	30.21	31.35	32.46	32.74																																																																																																																	
Ensayo	1	2	3	4																																																																																																																																																														
N° de Golpes	35	30	23	14																																																																																																																																																														
Recipiente N°	A	B	C	D																																																																																																																																																														
R + Suelo Húm	41.21	40.75	40.81	42.33																																																																																																																																																														
R + Suelo Seco	36.06	35.75	35.71	36.85																																																																																																																																																														
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11																																																																																																																																																														
Peso Agua	5.15	5.00	5.10	5.48																																																																																																																																																														
Peso S. Seco	17.05	15.95	15.71	16.74																																																																																																																																																														
% de Humedad	30.21	31.35	32.46	32.74																																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Tamiz</th> <th>mm.</th> <th>Peso (gr)</th> <th>so Corregi (gr)</th> <th>%Retenido Parcial</th> <th>%Retenido Acumulado</th> <th>%que Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>0.0</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td>39.2</td><td>39.3</td><td>2.00</td><td>2.0</td><td>98.00</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>2.0</td><td>98.00</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td>0.00</td><td>2.0</td><td>98.00</td></tr> <tr><td>Nº4</td><td>4.760</td><td>47.3</td><td>47.4</td><td>2.41</td><td>4.4</td><td>95.58</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.000</td><td>34.1</td><td>34.1</td><td>1.74</td><td>6.2</td><td>93.84</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.420</td><td>40.5</td><td>40.6</td><td>2.07</td><td>8.2</td><td>91.77</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.149</td><td>119.0</td><td>119.3</td><td>6.08</td><td>14.3</td><td>85.69</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.074</td><td>624.1</td><td>625.7</td><td>31.89</td><td>46.2</td><td>53.81</td></tr> <tr><td>&lt; 200</td><td></td><td>1053.1</td><td>1055.8</td><td>53.81</td><td>100.0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>1957.2</td><td>1962.2</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Malla	Tamiz	mm.	Peso (gr)	so Corregi (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%que Pasa	3"	76.200				0.00	0.0	100.00	2 1/2"	63.500				0.00	0.0	100.00	2"	50.800				0.00	0.0	100.00	1 1/2"	38.100				0.00	0.0	100.00	1"	25.400				0.00	0.0	100.00	3/4"	19.050				0.00	0.0	100.00	1/2"	12.700	39.2	39.3	2.00	2.0	98.00	3/8"	9.525			0.00	2.0	98.00	1/4"	6.350			0.00	2.0	98.00	Nº4	4.760	47.3	47.4	2.41	4.4	95.58	10	2.000	34.1	34.1	1.74	6.2	93.84	40	0.420	40.5	40.6	2.07	8.2	91.77	100	0.149	119.0	119.3	6.08	14.3	85.69	200	0.074	624.1	625.7	31.89	46.2	53.81	< 200		1053.1	1055.8	53.81	100.0	0.00	Total		1957.2	1962.2				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>a</td> <td>b</td> <td>c</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Húm</td> <td>22.77</td> <td>23.61</td> <td>23.50</td> </tr> <tr> <td>R + Suelo Seco</td> <td>20.86</td> <td>21.56</td> <td>21.47</td> </tr> <tr> <td>Peso Recip.</td> <td>9.64</td> <td>9.78</td> <td>9.81</td> </tr> <tr> <td>Peso Agua</td> <td>1.91</td> <td>2.05</td> <td>2.03</td> </tr> <tr> <td>Peso S. Seco</td> <td>11.22</td> <td>11.78</td> <td>11.66</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>17.02</td> <td>17.40</td> <td>17.41</td> </tr> </tbody> </table>			Ensayo	1	2	3	Recipiente N°	a	b	c	R + Suelo Húm	22.77	23.61	23.50	R + Suelo Seco	20.86	21.56	21.47	Peso Recip.	9.64	9.78	9.81	Peso Agua	1.91	2.05	2.03	Peso S. Seco	11.22	11.78	11.66	% de Humedad	17.02	17.40	17.41
Malla	Tamiz	mm.	Peso (gr)	so Corregi (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%que Pasa																																																																																																																																																											
3"	76.200				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
2 1/2"	63.500				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
2"	50.800				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
1 1/2"	38.100				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
1"	25.400				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
3/4"	19.050				0.00	0.0	100.00																																																																																																																																																											
1/2"	12.700	39.2	39.3	2.00	2.0	98.00																																																																																																																																																												
3/8"	9.525			0.00	2.0	98.00																																																																																																																																																												
1/4"	6.350			0.00	2.0	98.00																																																																																																																																																												
Nº4	4.760	47.3	47.4	2.41	4.4	95.58																																																																																																																																																												
10	2.000	34.1	34.1	1.74	6.2	93.84																																																																																																																																																												
40	0.420	40.5	40.6	2.07	8.2	91.77																																																																																																																																																												
100	0.149	119.0	119.3	6.08	14.3	85.69																																																																																																																																																												
200	0.074	624.1	625.7	31.89	46.2	53.81																																																																																																																																																												
< 200		1053.1	1055.8	53.81	100.0	0.00																																																																																																																																																												
Total		1957.2	1962.2																																																																																																																																																															
Ensayo	1	2	3																																																																																																																																																															
Recipiente N°	a	b	c																																																																																																																																																															
R + Suelo Húm	22.77	23.61	23.50																																																																																																																																																															
R + Suelo Seco	20.86	21.56	21.47																																																																																																																																																															
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81																																																																																																																																																															
Peso Agua	1.91	2.05	2.03																																																																																																																																																															
Peso S. Seco	11.22	11.78	11.66																																																																																																																																																															
% de Humedad	17.02	17.40	17.41																																																																																																																																																															
Clasificación SUCS : CL		L.L. : 31.58																																																																																																																																																																
Clasificación AASHTO: A-6 (4)		I.P. : 14.30																																																																																																																																																																
																																																																																																																																																																		
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>																																																																																																																																																																		
																																																																																																																																																																		
INGENEOCONTROL SAC																																																																																																																																																																		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 		<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma: 		<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma: 																																																																																																																																																														
																																																																																																																																																																		

Datos del ensayo de límite de consistencia C-3 al 1.5 % GG



**INFORME**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INDICE DE PLASTICIDAD**  
**ASTM C136**

<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>
	<b>01</b>
<b>Fecha</b>	<b>18/12/2024</b>
<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>

Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-10

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 18/12/2024

Código de Muestra : C-3 (1%GG)  
 Procedencia : C-3  
 N° de Muestra : N° 10 (1% Goma Guar)  
 Progresiva : 6+000

**Granulometría (NTP 339.127)**

Datos de ensayo  
 Peso total : 2107.2  
 Peso de muestra lavada : 1962.2  
 Pérdida por lavada : 145.0

Malla	Tamiz mm.	Peso (gr)	so Corregi (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%que Pasa
3"	76.200			0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500			0.00	0.0	100.00
2"	50.800			0.00	0.0	100.00
1 1/2"	38.100			0.00	0.0	100.00
1"	25.400			0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050			0.00	0.0	100.00
1/2"	12.700	39.2	39.3	2.00	2.0	98.00
3/8"	9.525			0.00	2.0	98.00
1/4"	6.350			0.00	2.0	98.00
Nº4	4.750	47.3	47.4	2.41	4.4	95.58
10	2.000	34.1	34.1	1.74	6.2	93.84
40	0.420	40.5	40.6	2.07	8.2	91.77
100	0.149	119.0	119.3	6.08	14.3	85.69
200	0.074	624.1	625.7	31.89	46.2	53.81
< 200		1053.1	1055.8	53.81	100.0	0.00
Total		1957.2	1962.2			

**Límite Líquido NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3	4
N° de Golpes	35	30	23	14
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum	41.21	40.73	40.81	42.33
R + Suelo Seco	36.06	35.75	35.71	36.85
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11
Peso Agua	5.15	5.00	5.10	5.48
Peso S. Seco	17.05	15.93	15.71	16.74
% de Humedad	30.21	31.33	32.46	32.74

31.58

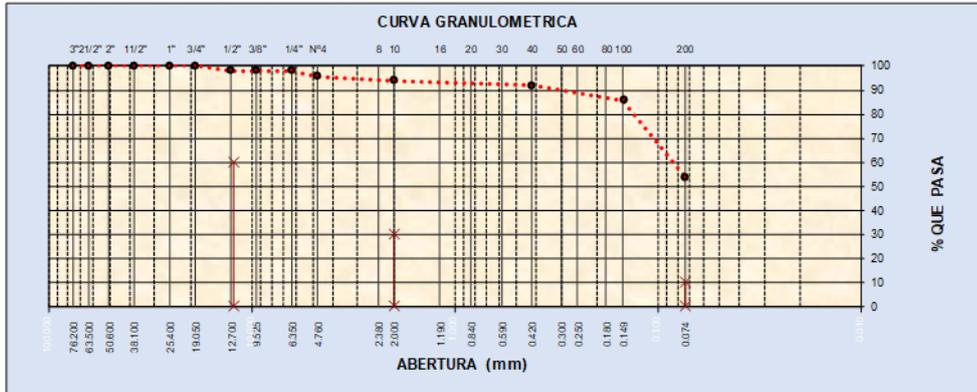
**Límite Plástico NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3
Recipiente N°	a	b	c
R + Suelo Hum	22.77	23.61	23.50
R + Suelo Seco	20.86	21.56	21.47
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81
Peso Agua	1.91	2.05	2.03
Peso S. Seco	11.22	11.78	11.66
% de Humedad	17.02	17.40	17.41

17.28



Clasificación SUCS : CL L.L. : 31.58  
 Clasificación AASHTO: A-6 (4) I.P. : 14.30



INGEOCONTROL SAC

<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  
---	--	---



**INFORME**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INDICE DE PLASTICIDAD  
ASTM C136**

Código	AE-FO-63
	01
Fecha	18/12/2024
Página	1 de 5

Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-10

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 18/12/2024

Código de Muestra : C-3 (1%GG)  
 Procedencia : C-3  
 N° de Muestra : N° 10 (1% Goma Guar)  
 Progresiva : 6+000

**Granulometría (NTP 339.127)**

Datos de ensayo  
 Peso total : 2107.2  
 Peso de muestra lavada : 1962.2  
 Pérdida por lavada : 145.0

Malla	Tamiz mm.	Peso (gr)	so Corregi (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%que Pasa
3"	76.200			0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500			0.00	0.0	100.00
2"	50.800			0.00	0.0	100.00
1 1/2"	38.100			0.00	0.0	100.00
1"	25.400			0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050			0.00	0.0	100.00
1/2"	12.700	39.2	39.3	2.00	2.0	98.00
3/8"	9.525			0.00	2.0	98.00
1/4"	6.350			0.00	2.0	98.00
Nº4	4.760	47.3	47.4	2.41	4.4	95.58
10	2.000	34.1	34.1	1.74	6.2	93.84
40	0.420	40.5	40.6	2.07	8.2	91.77
100	0.149	119.0	119.3	6.08	14.3	85.69
200	0.074	624.1	625.7	31.89	46.2	53.81
< 200		1053.1	1055.8	53.81	100.0	0.00
Total		1957.2	1962.2			

**Límite Líquido NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3	4
N° de Golpes	35	30	23	14
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum	41.21	40.75	40.81	42.33
R + Suelo Seco	36.06	35.75	35.71	36.85
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11
Peso Agua	5.15	5.00	5.10	5.48
Peso S. Seco	17.05	15.95	15.71	16.74
% de Humedad	30.21	31.35	32.46	32.74

31.58

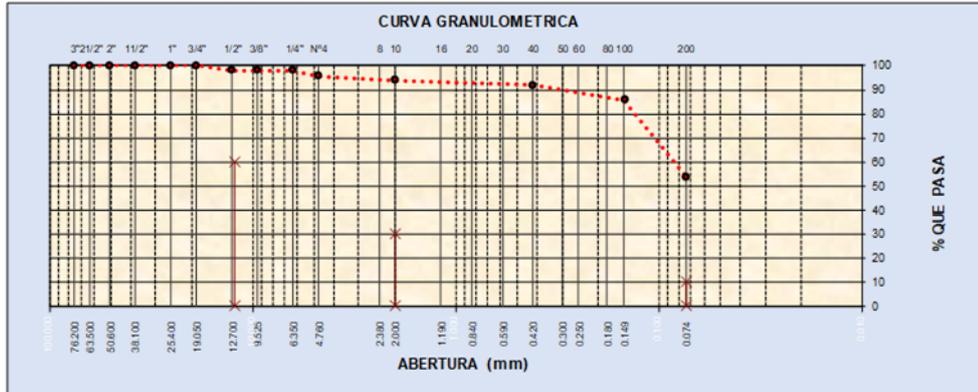
**Límite Plástico NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3
Recipiente N°	a	b	c
R + Suelo Hum	22.77	23.61	23.50
R + Suelo Seco	20.86	21.56	21.47
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81
Peso Agua	1.91	2.05	2.03
Peso S. Seco	11.22	11.78	11.66
% de Humedad	17.02	17.40	17.41

17.28



Clasificación SUCS : CL L.L. : 31.58  
 Clasificación AASHTO: A-6 (4) I.P. : 14.30



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 



**INFORME**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INDICE DE PLASTICIDAD  
ASTM C136**

<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>
	<b>01</b>
<b>Fecha</b>	<b>18/12/2024</b>
<b>Página</b>	<b>1 de 5</b>

Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-11

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 18/12/2024

Código de Muestra : C-3 (1.5%GG)  
 Procedencia : C-3  
 N° de Muestra : N° 11 (1.5% Goma Guar)  
 Progresiva : 6+000

**Granulometría (NTP 339.127)**

Datos de ensayo  
 Peso total : 2149.9  
 Peso de muestra lavada : 2004.9  
 Pérdida por lavada : 145.0

**Límite Líquido NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3	4
N° de Golpes	35	30	23	14
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum	41.70	41.24	41.30	42.82
R + Suelo Seco	36.12	35.81	35.77	36.91
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11
Peso Agua	5.58	5.43	5.33	5.91
Peso S. Seco	17.11	16.01	15.77	16.80
% de Humedad	32.61	33.92	35.07	35.18
				<b>34.07</b>

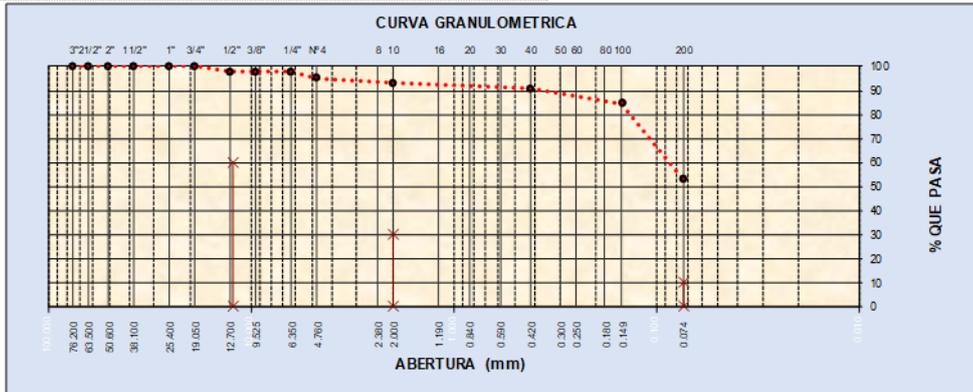
Malla	Tamiz mm.	Peso (gr)	Peso Corregido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa
3"	76.200			0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500			0.00	0.0	100.00
2"	50.800			0.00	0.0	100.00
1 1/2"	38.100			0.00	0.0	100.00
1"	25.400			0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050			0.00	0.0	100.00
1/2"	12.700	45.3	45.4	2.27	2.3	97.73
3/8"	9.525			0.00	2.3	97.73
1/4"	6.350			0.00	2.3	97.73
No4	4.760	53.4	53.5	2.67	4.9	95.07
10	2.000	40.2	40.3	2.01	6.9	93.06
40	0.420	46.6	46.7	2.33	9.3	90.73
100	0.149	125.1	125.4	6.26	15.5	84.47
200	0.074	630.2	631.8	31.51	47.0	52.96
< 200		1059.2	1061.8	52.96	100.0	0.00
Total		1999.9	2004.9	100.00		

**Límite Plástico NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3	
Recipiente N°	a	b	c	
R + Suelo Hum	22.46	23.30	23.19	
R + Suelo Seco	20.82	21.52	21.43	
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81	
Peso Agua	1.64	1.78	1.76	
Peso S. Seco	11.18	11.74	11.62	
% de Humedad	14.67	15.16	15.15	<b>14.99</b>



Clasificación SUCS : CL L.L. : 34.07  
 Clasificación AASHTO : A-6 (6) I.P. : 19.08



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 

Datos del ensayo de límite de consistencia C-3 al 2 % GG

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-63
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INDICE DE PLASTICIDAD ASTM C136</b>		01
		Fecha	17/12/2024
		Página	1 de 5

Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Comapata, Tramo 3+000 A 6+000, Comapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-08

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Comapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 17/12/2024

Código de Muestra : C-2 (2% GG)  
 Procedencia : C-2  
 N° de Muestra : N° 8 (2% Goma Guar)  
 Progresiva : 5+000

**Granulometría (NTP 339.127)**

Datos de ensayo

Peso total : 2047.7  
 Peso de muestra lavada : 1902.7  
 Pérdida por lavada : 145.0

Malla	Peso	Peso Corregi	%Retenido	%Retenido	%que
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acumulado	Pasa
3"	76.200		0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500		0.00	0.0	100.00
2"	50.600		0.00	0.0	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	0.0	100.00
1"	25.400		0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050		0.00	0.0	100.00
1/2"	12.700	30.7	1.62	1.6	98.38
3/8"	9.525		0.00	1.6	98.38
1/4"	6.350		0.00	1.6	98.38
No4	4.760	38.8	2.04	3.7	96.34
10	2.000	25.6	1.35	5.0	94.99
40	0.420	32.0	1.69	6.7	93.31
100	0.149	110.5	5.82	12.5	87.48
200	0.074	615.6	32.44	45.0	55.04
< 200		1044.6	1047.4	55.04	0.00
Total		1897.7	1902.7	100.00	

**Límite Líquido NIP 339.128**

Ensayo	1	2	3	4
N° de Golpes	35	30	23	14
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum	41.15	40.89	40.75	42.27
R + Suelo Seco	36.10	35.79	35.75	36.89
Peso Recip.	19.01	19.80	20.00	20.11
Peso Agua	5.05	4.90	5.00	5.38
Peso S. Seco	17.09	15.99	15.75	16.78
% de Humedad	29.55	30.64	31.75	32.06
				30.89

**Límite Plástico NIP 339.128**

Ensayo	1	2	3
Recipiente N°	a	b	c
R + Suelo Hum	22.62	23.46	23.35
R + Suelo Seco	20.88	21.58	21.49
Peso Recip.	9.64	9.78	9.81
Peso Agua	1.74	1.88	1.86
Peso S. Seco	11.24	11.80	11.68
% de Humedad	15.48	15.93	15.92
			15.78



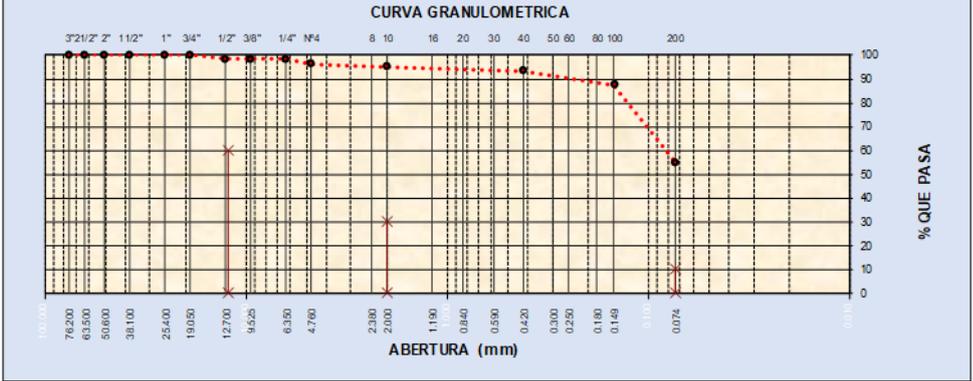
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO

% de Humedad vs Numero de golpes

Clasificación SUCS : CL  
 Clasificación AASHTO: A-6 (5)

LL : 30.89  
 IP : 15.11

**CURVA GRANULOMETRICA**



ABERTURA (mm)

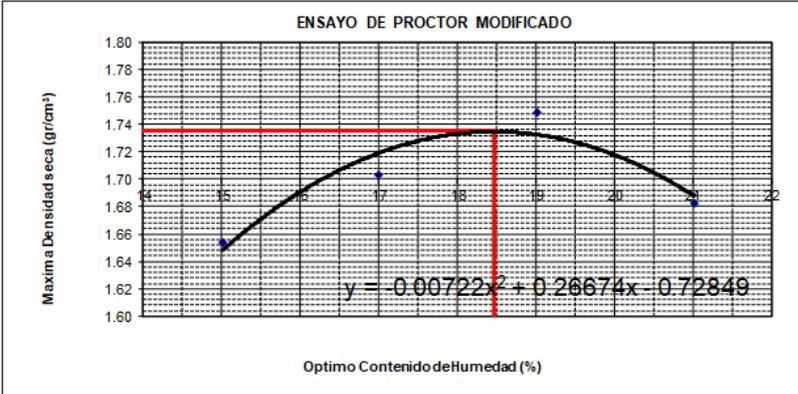
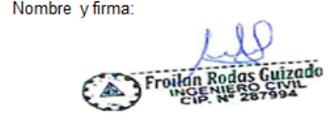
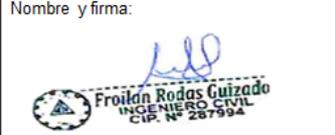
% QUE PASA

INGEOCONTROL SAC

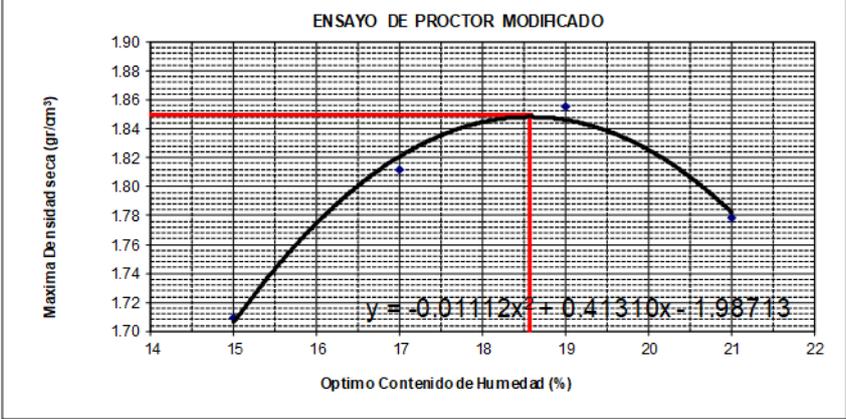
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  	<p>CQC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  
---	--	---

## Ensayo de Proctor modificado para la C-1, C-2 y C-3

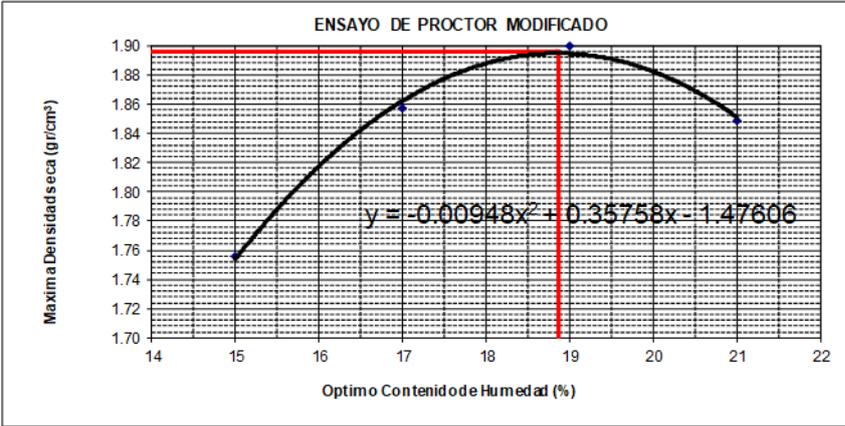
### Datos del ensayo de Proctor modificado C-1 0% GG

	<b>INFORME</b>			Código	AE-FO-11																																																																																										
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			Versión	01																																																																																										
				Fecha	16/12/2024																																																																																										
				Página	2 de 5																																																																																										
Tesis : Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024* Registro N°: IGC20-LEM-005-01																																																																																															
Solicitante		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por	: Solicitantes																																																																																										
Atención		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por	: Solicitantes																																																																																										
Ubicación de Proyecto		: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo:	: 16/12/2024																																																																																										
Código de Muestra		: C-1 (0%GG)																																																																																													
Procedencia		: C-1																																																																																													
N° de Muestra		: N° 1 (0% Goma Guar)																																																																																													
Progresiva		: 4+000																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prueba N°</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6068</td> <td style="text-align: center;">6153</td> <td style="text-align: center;">6236</td> <td style="text-align: center;">6194</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1794</td> <td style="text-align: center;">1879</td> <td style="text-align: center;">1962</td> <td style="text-align: center;">1920</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1.902</td> <td style="text-align: center;">1.993</td> <td style="text-align: center;">2.081</td> <td style="text-align: center;">2.036</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara N°</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">416.40</td> <td style="text-align: center;">399.60</td> <td style="text-align: center;">425.60</td> <td style="text-align: center;">435.50</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">375.40</td> <td style="text-align: center;">356.60</td> <td style="text-align: center;">373.70</td> <td style="text-align: center;">375.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">41.00</td> <td style="text-align: center;">43.00</td> <td style="text-align: center;">51.90</td> <td style="text-align: center;">59.90</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">273.00</td> <td style="text-align: center;">253.00</td> <td style="text-align: center;">273.00</td> <td style="text-align: center;">285.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1.654</td> <td style="text-align: center;">1.703</td> <td style="text-align: center;">1.748</td> <td style="text-align: center;">1.682</td> </tr> </tbody> </table> <p>Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.735                  Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.47</p> <div style="text-align: center;">  </div>						Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6068	6153	6236	6194	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1794	1879	1962	1920	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.902	1.993	2.081	2.036	Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	416.40	399.60	425.60	435.50	Tara + suelo seco (gr.)	375.40	356.60	373.70	375.60	Peso de agua (gr.)	41.00	43.00	51.90	59.90	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	273.00	253.00	273.00	285.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.654	1.703	1.748	1.682
Compactación	Método C																																																																																														
Prueba N°	1	2	3	4																																																																																											
Número de capas	5	5	5	5																																																																																											
Número de golpes	25	25	25	25																																																																																											
Peso suelo + molde (gr.)	6068	6153	6236	6194																																																																																											
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																																																																											
Peso suelo compactado (gr.)	1794	1879	1962	1920																																																																																											
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943	943	943	943																																																																																											
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.902	1.993	2.081	2.036																																																																																											
Humedad (%)																																																																																															
Tara N°	1	2	3	4																																																																																											
Tara + suelo húmedo (gr.)	416.40	399.60	425.60	435.50																																																																																											
Tara + suelo seco (gr.)	375.40	356.60	373.70	375.60																																																																																											
Peso de agua (gr.)	41.00	43.00	51.90	59.90																																																																																											
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																																																																											
Peso de suelo seco (gr.)	273.00	253.00	273.00	285.00																																																																																											
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																																																																											
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.654	1.703	1.748	1.682																																																																																											
INGEOCONTROL SAC																																																																																															
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																																																																											
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																																																																											
																																																																																															

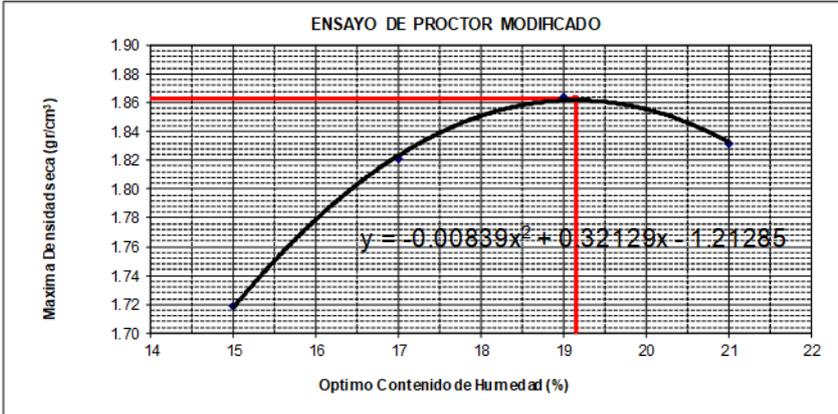
**Datos del ensayo de Proctor modificado C-1 1% GG**

	<b>INFORME</b>			Código	AE-FO-11																																																																																										
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			Versión	01																																																																																										
				Fecha	16/12/2024																																																																																										
				Página	2 de 5																																																																																										
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP FE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-02</b>																																																																																													
Solicitante	: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz			Muestreado por	: Solicitantes																																																																																										
Atención	: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz			Ensayado por	: Solicitantes																																																																																										
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú			Fecha de Ensayo:	16/12/2024																																																																																										
Código de Muestra	: C-1 (1% GG)																																																																																														
Procedencia	: C-1																																																																																														
N° de Muestra	: N° 2 (1% Goma Guar)																																																																																														
Progresiva	: 4+000																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6128</td> <td style="text-align: center;">6273</td> <td style="text-align: center;">6356</td> <td style="text-align: center;">6304</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1854</td> <td style="text-align: center;">1999</td> <td style="text-align: center;">2082</td> <td style="text-align: center;">2030</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.966</td> <td style="text-align: center;">2.120</td> <td style="text-align: center;">2.208</td> <td style="text-align: center;">2.153</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">433.60</td> <td style="text-align: center;">404.30</td> <td style="text-align: center;">422.00</td> <td style="text-align: center;">439.10</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">390.40</td> <td style="text-align: center;">360.60</td> <td style="text-align: center;">370.70</td> <td style="text-align: center;">378.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">43.20</td> <td style="text-align: center;">43.70</td> <td style="text-align: center;">51.30</td> <td style="text-align: center;">60.50</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">288.00</td> <td style="text-align: center;">257.00</td> <td style="text-align: center;">270.00</td> <td style="text-align: center;">288.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.710</td> <td style="text-align: center;">1.812</td> <td style="text-align: center;">1.855</td> <td style="text-align: center;">1.779</td> </tr> </tbody> </table> <p>Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.849                  Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.57</p> <div style="text-align: center;">  </div>						Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6128	6273	6356	6304	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1854	1999	2082	2030	Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	1.966	2.120	2.208	2.153	Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	433.60	404.30	422.00	439.10	Tara + suelo seco (gr.)	390.40	360.60	370.70	378.60	Peso de agua (gr.)	43.20	43.70	51.30	60.50	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	288.00	257.00	270.00	288.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.710	1.812	1.855	1.779
Compactación	Método C																																																																																														
Prueba N°	1	2	3	4																																																																																											
Número de capas	5	5	5	5																																																																																											
Número de golpes	25	25	25	25																																																																																											
Peso suelo + molde (gr.)	6128	6273	6356	6304																																																																																											
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																																																																											
Peso suelo compactado (gr.)	1854	1999	2082	2030																																																																																											
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943																																																																																											
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.966	2.120	2.208	2.153																																																																																											
Humedad (%)																																																																																															
Tara N°	1	2	3	4																																																																																											
Tara + suelo húmedo (gr.)	433.60	404.30	422.00	439.10																																																																																											
Tara + suelo seco (gr.)	390.40	360.60	370.70	378.60																																																																																											
Peso de agua (gr.)	43.20	43.70	51.30	60.50																																																																																											
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																																																																											
Peso de suelo seco (gr.)	288.00	257.00	270.00	288.00																																																																																											
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																																																																											
Densidad Seca (gr/cm³)	1.710	1.812	1.855	1.779																																																																																											
INGEOCONTROL SAC																																																																																															
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																																																																											
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																																																																											
																																																																																															

**Datos del ensayo de Proctor modificado C-1 1.5 % GG**

 <p><b>INGEOCONTROL</b> INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>																																																																																										
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>																																																																																										
		<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>																																																																																										
		<b>Página</b>	<b>2 de 5</b>																																																																																										
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP FE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°:	<b>IGC20-LEM-005-03</b>																																																																																										
Solicitante	: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz	Muestreado por :	Solicitantes																																																																																										
Atención	: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz	Ensayado por :	Solicitantes																																																																																										
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú	Fecha de Ensayo:	16/12/2024																																																																																										
Código de Muestra	: C-1 (1.5% GG)																																																																																												
Procedencia	: C-1																																																																																												
N° de Muestra	: N° 3 (1.5% Goma Guar)																																																																																												
Progresiva	: 4+000																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6178</td> <td style="text-align: center;">6323</td> <td style="text-align: center;">6406</td> <td style="text-align: center;">6384</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1904</td> <td style="text-align: center;">2049</td> <td style="text-align: center;">2132</td> <td style="text-align: center;">2110</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">2.019</td> <td style="text-align: center;">2.173</td> <td style="text-align: center;">2.261</td> <td style="text-align: center;">2.238</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">433.60</td> <td style="text-align: center;">404.30</td> <td style="text-align: center;">422.00</td> <td style="text-align: center;">439.10</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">390.40</td> <td style="text-align: center;">360.60</td> <td style="text-align: center;">370.70</td> <td style="text-align: center;">378.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">43.20</td> <td style="text-align: center;">43.70</td> <td style="text-align: center;">51.30</td> <td style="text-align: center;">60.50</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">288.00</td> <td style="text-align: center;">257.00</td> <td style="text-align: center;">270.00</td> <td style="text-align: center;">288.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.756</td> <td style="text-align: center;">1.857</td> <td style="text-align: center;">1.900</td> <td style="text-align: center;">1.849</td> </tr> </tbody> </table> <p>Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.896                  Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.86</p> <div style="text-align: center;">  </div>				Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6178	6323	6406	6384	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1904	2049	2132	2110	Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	2.019	2.173	2.261	2.238	Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	433.60	404.30	422.00	439.10	Tara + suelo seco (gr.)	390.40	360.60	370.70	378.60	Peso de agua (gr.)	43.20	43.70	51.30	60.50	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	288.00	257.00	270.00	288.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.756	1.857	1.900	1.849
Compactación	Método C																																																																																												
Prueba N°	1	2	3	4																																																																																									
Número de capas	5	5	5	5																																																																																									
Número de golpes	25	25	25	25																																																																																									
Peso suelo + molde (gr.)	6178	6323	6406	6384																																																																																									
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																																																																									
Peso suelo compactado (gr.)	1904	2049	2132	2110																																																																																									
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943																																																																																									
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.019	2.173	2.261	2.238																																																																																									
Humedad (%)																																																																																													
Tara N°	1	2	3	4																																																																																									
Tara + suelo húmedo (gr.)	433.60	404.30	422.00	439.10																																																																																									
Tara + suelo seco (gr.)	390.40	360.60	370.70	378.60																																																																																									
Peso de agua (gr.)	43.20	43.70	51.30	60.50																																																																																									
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																																																																									
Peso de suelo seco (gr.)	288.00	257.00	270.00	288.00																																																																																									
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																																																																									
Densidad Seca (gr/cm³)	1.756	1.857	1.900	1.849																																																																																									
INGEOCONTROL SAC																																																																																													
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM																																																																																											
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:																																																																																											
																																																																																													

**Datos del ensayo de Proctor modificado C-1, 2 % GG**

	<b>INFORME</b>			Código	AE-FO-11																																																																																										
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			Versión	01																																																																																										
				Fecha	16/12/2024																																																																																										
				Página	2 de 5																																																																																										
Tesis : "Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera BMPPE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-04</b>																																																																																													
Solicitante	: Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz			Muestreado por	: Solicitantes																																																																																										
Atención	: Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz			Ensayado por	: Solicitantes																																																																																										
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú			Fecha de Ensayo:	: 16/12/2024																																																																																										
Código de Muestra	: C-1 (2%GG)																																																																																														
Procedencia	: C-1																																																																																														
N° de Muestra	: N° 4 (2% Goma Guar)																																																																																														
Progresiva	: 4+000																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6138</td> <td style="text-align: center;">6283</td> <td style="text-align: center;">6366</td> <td style="text-align: center;">6364</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1864</td> <td style="text-align: center;">2009</td> <td style="text-align: center;">2092</td> <td style="text-align: center;">2090</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.977</td> <td style="text-align: center;">2.130</td> <td style="text-align: center;">2.218</td> <td style="text-align: center;">2.216</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">433.60</td> <td style="text-align: center;">404.30</td> <td style="text-align: center;">422.00</td> <td style="text-align: center;">439.10</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">390.40</td> <td style="text-align: center;">360.60</td> <td style="text-align: center;">370.70</td> <td style="text-align: center;">378.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">43.20</td> <td style="text-align: center;">43.70</td> <td style="text-align: center;">51.30</td> <td style="text-align: center;">60.50</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">288.00</td> <td style="text-align: center;">257.00</td> <td style="text-align: center;">270.00</td> <td style="text-align: center;">288.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.719</td> <td style="text-align: center;">1.821</td> <td style="text-align: center;">1.864</td> <td style="text-align: center;">1.832</td> </tr> </tbody> </table> <p>Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.863                  Optimo Contenido de Humedad (%) : 19.15</p>						Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6138	6283	6366	6364	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1864	2009	2092	2090	Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	1.977	2.130	2.218	2.216	Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	433.60	404.30	422.00	439.10	Tara + suelo seco (gr.)	390.40	360.60	370.70	378.60	Peso de agua (gr.)	43.20	43.70	51.30	60.50	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	288.00	257.00	270.00	288.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.719	1.821	1.864	1.832
Compactación	Método C																																																																																														
Prueba N°	1	2	3	4																																																																																											
Número de capas	5	5	5	5																																																																																											
Número de golpes	25	25	25	25																																																																																											
Peso suelo + molde (gr.)	6138	6283	6366	6364																																																																																											
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																																																																											
Peso suelo compactado (gr.)	1864	2009	2092	2090																																																																																											
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943																																																																																											
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.977	2.130	2.218	2.216																																																																																											
Humedad (%)																																																																																															
Tara N°	1	2	3	4																																																																																											
Tara + suelo húmedo (gr.)	433.60	404.30	422.00	439.10																																																																																											
Tara + suelo seco (gr.)	390.40	360.60	370.70	378.60																																																																																											
Peso de agua (gr.)	43.20	43.70	51.30	60.50																																																																																											
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																																																																											
Peso de suelo seco (gr.)	288.00	257.00	270.00	288.00																																																																																											
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																																																																											
Densidad Seca (gr/cm³)	1.719	1.821	1.864	1.832																																																																																											
																																																																																															
INGEOCONTROL SAC																																																																																															
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																																																																											
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																																																																											
 		 		 																																																																																											

**Datos del ensayo de Proctor modificado C-2, 0 % GG**

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 5</b>

Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera BMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: **IGC20-LEM-005-05**

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 17/12/2024

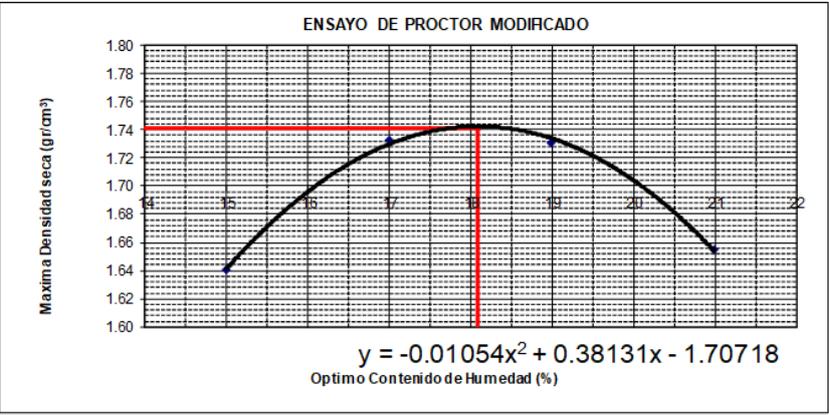
Código de Muestra : C-2 (0% GG)  
 Procedencia : C-2  
 N° de Muestra : N° 5 (0% Goma Guar)  
 Progresiva : 5+000

Compactación	Método C			
	1	2	3	4
Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	6053	6186	6216	6162
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274
Peso suelo compactado (gr.)	1779	1912	1942	1888
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.887	2.028	2.059	2.002

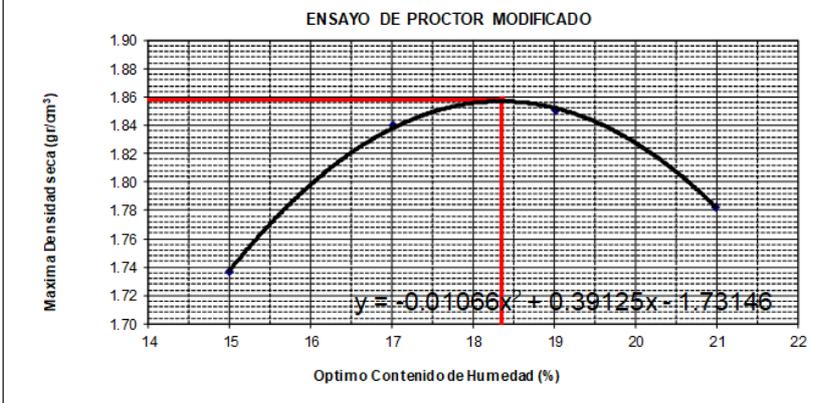
Humedad (%)	Método C			
	1	2	3	4
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	435.90	404.30	406.50	407.60
Tara + suelo seco (gr.)	392.40	360.60	357.70	352.60
Peso de agua (gr.)	43.50	43.70	48.80	55.00
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60
Peso de suelo seco (gr.)	290.00	257.00	257.00	262.00
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0
Densidad Seca (gr/cm³)	1.640	1.733	1.731	1.655

Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.742  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.09

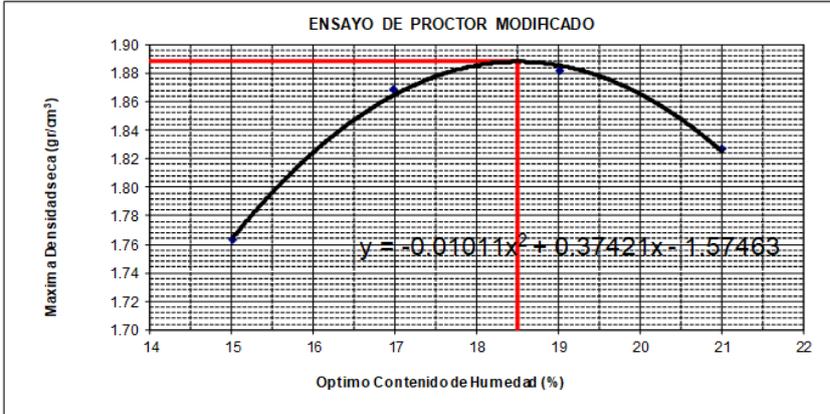
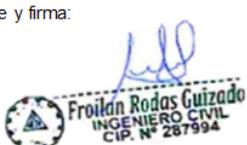


INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  

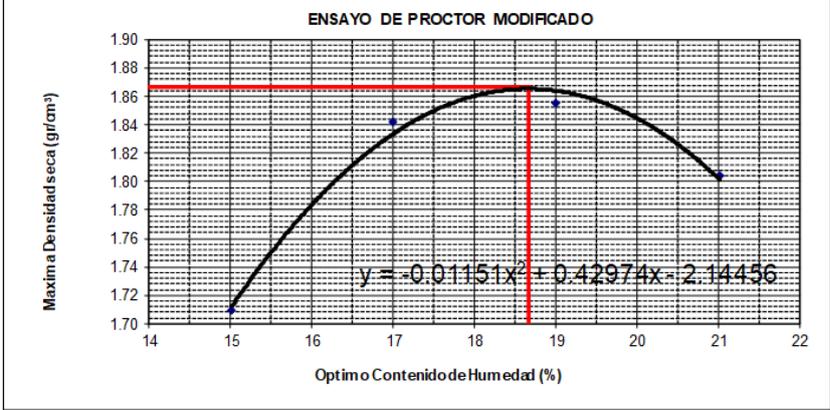
**Datos del ensayo de Proctor modificado C-2, 1 % GG**

	<b>INFORME</b>			<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>																																													
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			<b>Versión</b>	<b>01</b>																																													
				<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>																																													
				<b>Página</b>	<b>2 de 5</b>																																													
<b>Tesis</b> : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"				<b>Registro N°:</b> <b>IGC20-LEM-005-06</b>																																														
<b>Solicitante</b> : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		<b>Muestreado por</b> : Solicitantes		<b>Atención</b> : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz																																														
<b>Ubicación de Proyecto</b> : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		<b>Ensayado por</b> : Solicitantes		<b>Fecha de Ensayo:</b> 17/12/2024																																														
<b>Código de Muestra</b> : C-2 (1%GG)		<b>Procedencia</b> : C-2		<b>N° de Muestra</b> : N° 6 (1% Goma Guar)																																														
<b>Progresiva</b> : 5+000																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6158</td> <td style="text-align: center;">6304</td> <td style="text-align: center;">6351</td> <td style="text-align: center;">6308</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1884</td> <td style="text-align: center;">2030</td> <td style="text-align: center;">2077</td> <td style="text-align: center;">2034</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1.998</td> <td style="text-align: center;">2.153</td> <td style="text-align: center;">2.203</td> <td style="text-align: center;">2.157</td> </tr> </tbody> </table>		Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6158	6304	6351	6308	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1884	2030	2077	2034	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.998	2.153	2.203	2.157				
Compactación	Método C																																																	
Prueba N°	1	2	3	4																																														
Número de capas	5	5	5	5																																														
Número de golpes	25	25	25	25																																														
Peso suelo + molde (gr.)	6158	6304	6351	6308																																														
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																														
Peso suelo compactado (gr.)	1884	2030	2077	2034																																														
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943	943	943	943																																														
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.998	2.153	2.203	2.157																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">412.90</td> <td style="text-align: center;">452.30</td> <td style="text-align: center;">425.60</td> <td style="text-align: center;">419.70</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">372.40</td> <td style="text-align: center;">401.60</td> <td style="text-align: center;">373.70</td> <td style="text-align: center;">362.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">40.50</td> <td style="text-align: center;">50.70</td> <td style="text-align: center;">51.90</td> <td style="text-align: center;">57.10</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">270.00</td> <td style="text-align: center;">298.00</td> <td style="text-align: center;">273.00</td> <td style="text-align: center;">272.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1.737</td> <td style="text-align: center;">1.840</td> <td style="text-align: center;">1.851</td> <td style="text-align: center;">1.783</td> </tr> </tbody> </table>		Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	412.90	452.30	425.60	419.70	Tara + suelo seco (gr.)	372.40	401.60	373.70	362.60	Peso de agua (gr.)	40.50	50.70	51.90	57.10	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	270.00	298.00	273.00	272.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.737	1.840	1.851	1.783				
Humedad (%)																																																		
Tara N°	1	2	3	4																																														
Tara + suelo húmedo (gr.)	412.90	452.30	425.60	419.70																																														
Tara + suelo seco (gr.)	372.40	401.60	373.70	362.60																																														
Peso de agua (gr.)	40.50	50.70	51.90	57.10																																														
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																														
Peso de suelo seco (gr.)	270.00	298.00	273.00	272.00																																														
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																														
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.737	1.840	1.851	1.783																																														
<b>Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm<sup>3</sup>)</b> : 1.859																																																		
<b>Optimo Contenido de Humedad (%)</b> : 18.35																																																		
<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>																																																		
																																																		
INGEOCONTROL SAC																																																		
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																														
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																														
 		 		 																																														

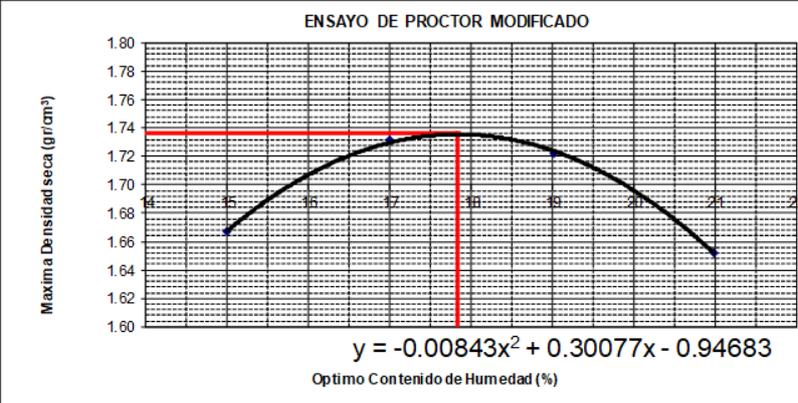
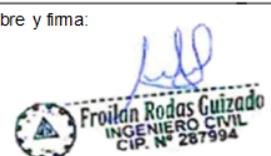
**Datos del ensayo de Proctor modificado C-2, 1.5 % GG**

	<b>INFORME</b>			Código	AE-FO-11																																																																																										
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			Versión	01																																																																																										
				Fecha	17/12/2024																																																																																										
				Página	2 de 5																																																																																										
Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024* Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-07</b>																																																																																															
Solicitante		: Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz		Muestreado por	: Solicitantes																																																																																										
Atención		: Bach. Heraldo Yamandu CruzCruz		Ensayado por	: Solicitantes																																																																																										
Ubicación de Proyecto		: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo:	: 17/12/2024																																																																																										
Código de Muestra		: C-2 (1.5%GG)																																																																																													
Procedencia		: C-2																																																																																													
N° de Muestra		: N° 7 (1.5% Goma Guar)																																																																																													
Progresiva		: 5+000																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6187</td> <td style="text-align: center;">6335</td> <td style="text-align: center;">6386</td> <td style="text-align: center;">6358</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1913</td> <td style="text-align: center;">2061</td> <td style="text-align: center;">2112</td> <td style="text-align: center;">2084</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">2.029</td> <td style="text-align: center;">2.186</td> <td style="text-align: center;">2.240</td> <td style="text-align: center;">2.210</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">427.90</td> <td style="text-align: center;">398.40</td> <td style="text-align: center;">439.90</td> <td style="text-align: center;">405.20</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">385.40</td> <td style="text-align: center;">356.60</td> <td style="text-align: center;">385.70</td> <td style="text-align: center;">350.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">42.50</td> <td style="text-align: center;">42.80</td> <td style="text-align: center;">54.20</td> <td style="text-align: center;">54.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">283.00</td> <td style="text-align: center;">252.00</td> <td style="text-align: center;">285.00</td> <td style="text-align: center;">260.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.764</td> <td style="text-align: center;">1.868</td> <td style="text-align: center;">1.882</td> <td style="text-align: center;">1.826</td> </tr> </tbody> </table> Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.888 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.51						Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6187	6335	6386	6358	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1913	2061	2112	2084	Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	2.029	2.186	2.240	2.210	Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	427.90	398.40	439.90	405.20	Tara + suelo seco (gr.)	385.40	356.60	385.70	350.60	Peso de agua (gr.)	42.50	42.80	54.20	54.60	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	283.00	252.00	285.00	260.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.764	1.868	1.882	1.826
Compactación	Método C																																																																																														
Prueba N°	1	2	3	4																																																																																											
Número de capas	5	5	5	5																																																																																											
Número de golpes	25	25	25	25																																																																																											
Peso suelo + molde (gr.)	6187	6335	6386	6358																																																																																											
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																																																																											
Peso suelo compactado (gr.)	1913	2061	2112	2084																																																																																											
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943																																																																																											
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.029	2.186	2.240	2.210																																																																																											
Humedad (%)																																																																																															
Tara N°	1	2	3	4																																																																																											
Tara + suelo húmedo (gr.)	427.90	398.40	439.90	405.20																																																																																											
Tara + suelo seco (gr.)	385.40	356.60	385.70	350.60																																																																																											
Peso de agua (gr.)	42.50	42.80	54.20	54.60																																																																																											
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																																																																											
Peso de suelo seco (gr.)	283.00	252.00	285.00	260.00																																																																																											
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																																																																											
Densidad Seca (gr/cm³)	1.764	1.868	1.882	1.826																																																																																											
																																																																																															
INGEOCONTROL SAC																																																																																															
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																																																																											
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																																																																											
																																																																																															

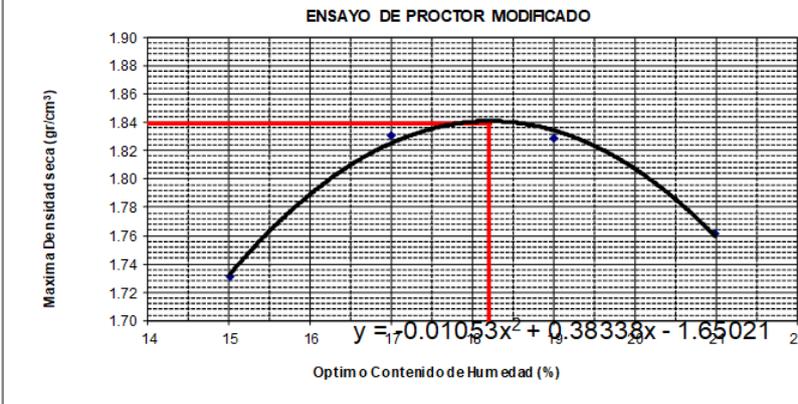
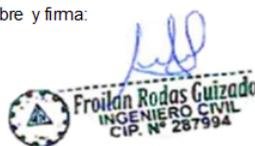
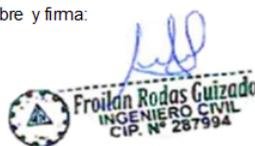
**Datos del ensayo de Proctor modificado C-2, 2 % GG**

	<b>INFORME</b>			Código	AE-FO-11																																																																																										
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			Versión	01																																																																																										
				Fecha	17/12/2024																																																																																										
				Página	2 de 5																																																																																										
Tesis: Creación de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combanata Tramo 3+000 A 6+000 Combanata Cusco 2024" Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-08</b>																																																																																															
Solicitante		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por	: Solicitantes																																																																																										
Atención		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por	: Solicitantes																																																																																										
Ubicación de Proyecto		: Distrito de Combanata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo:	: 17/12/2024																																																																																										
Código de Muestra		: C-2 (2%GG)																																																																																													
Procedencia		: C-2																																																																																													
N° de Muestra		: N° 8 (2% Goma Guar)																																																																																													
Progresiva		: 5+000																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6128</td> <td style="text-align: center;">6306</td> <td style="text-align: center;">6356</td> <td style="text-align: center;">6333</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1854</td> <td style="text-align: center;">2032</td> <td style="text-align: center;">2082</td> <td style="text-align: center;">2059</td> </tr> <tr> <td>Volúmen del molde (cm³)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.966</td> <td style="text-align: center;">2.155</td> <td style="text-align: center;">2.208</td> <td style="text-align: center;">2.183</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">446.30</td> <td style="text-align: center;">453.40</td> <td style="text-align: center;">455.30</td> <td style="text-align: center;">411.30</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">401.40</td> <td style="text-align: center;">402.60</td> <td style="text-align: center;">398.70</td> <td style="text-align: center;">355.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">44.90</td> <td style="text-align: center;">50.80</td> <td style="text-align: center;">56.60</td> <td style="text-align: center;">55.70</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">299.00</td> <td style="text-align: center;">299.00</td> <td style="text-align: center;">298.00</td> <td style="text-align: center;">265.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.709</td> <td style="text-align: center;">1.842</td> <td style="text-align: center;">1.855</td> <td style="text-align: center;">1.804</td> </tr> </tbody> </table> <p>Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.867          Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.67</p> <div style="text-align: center;">  <p><b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b></p> <p>Maxima Densidad seca (gr/cm³)</p> <p>Optimo Contenido de Humedad (%)</p> <p><math>y = -0.01151x^2 + 0.42974x - 2.14456</math></p> </div>						Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6128	6306	6356	6333	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1854	2032	2082	2059	Volúmen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	1.966	2.155	2.208	2.183	Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	446.30	453.40	455.30	411.30	Tara + suelo seco (gr.)	401.40	402.60	398.70	355.60	Peso de agua (gr.)	44.90	50.80	56.60	55.70	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	299.00	299.00	298.00	265.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.709	1.842	1.855	1.804
Compactación	Método C																																																																																														
Prueba N°	1	2	3	4																																																																																											
Número de capas	5	5	5	5																																																																																											
Número de golpes	25	25	25	25																																																																																											
Peso suelo + molde (gr.)	6128	6306	6356	6333																																																																																											
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																																																																											
Peso suelo compactado (gr.)	1854	2032	2082	2059																																																																																											
Volúmen del molde (cm³)	943	943	943	943																																																																																											
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.966	2.155	2.208	2.183																																																																																											
Humedad (%)																																																																																															
Tara N°	1	2	3	4																																																																																											
Tara + suelo húmedo (gr.)	446.30	453.40	455.30	411.30																																																																																											
Tara + suelo seco (gr.)	401.40	402.60	398.70	355.60																																																																																											
Peso de agua (gr.)	44.90	50.80	56.60	55.70																																																																																											
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																																																																											
Peso de suelo seco (gr.)	299.00	299.00	298.00	265.00																																																																																											
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																																																																											
Densidad Seca (gr/cm³)	1.709	1.842	1.855	1.804																																																																																											
INGEOCONTROL SAC																																																																																															
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																																																																											
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																																																																											
 		 		 																																																																																											

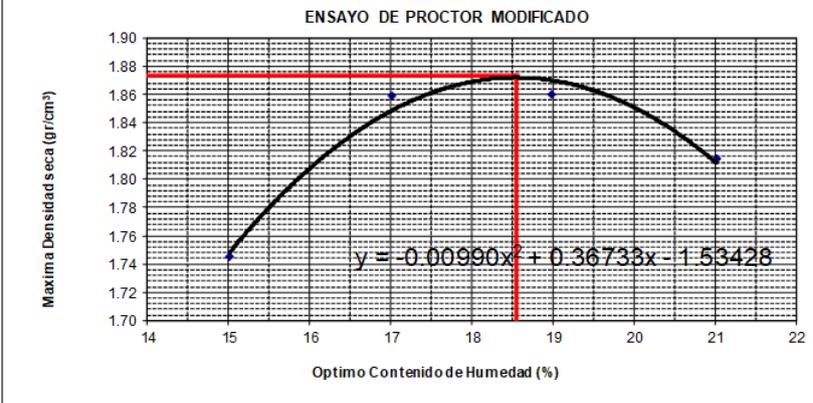
**Datos del ensayo de Proctor modificado C-3, 0 % GG**

	<b>INFORME</b>			Código	AE-FO-11																																																																																										
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			Versión	01																																																																																										
				Fecha	18/12/2024																																																																																										
				Página	2 de 5																																																																																										
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera BMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"				Registro N°:	IGC20-LEM-005-09																																																																																										
Solicitante		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por	: Solicitantes																																																																																										
Atención		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por	: Solicitantes																																																																																										
Ubicación de Proyecto		: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo:	: 18/12/2024																																																																																										
Código de Muestra		: C-3 (0%GG)																																																																																													
Procedencia		: C-3																																																																																													
N° de Muestra		: N° 9 (0% Goma Guar)																																																																																													
Progresiva		: 6+000																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6082</td> <td style="text-align: center;">6184</td> <td style="text-align: center;">6207</td> <td style="text-align: center;">6159</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1808</td> <td style="text-align: center;">1910</td> <td style="text-align: center;">1933</td> <td style="text-align: center;">1885</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.917</td> <td style="text-align: center;">2.025</td> <td style="text-align: center;">2.050</td> <td style="text-align: center;">1.999</td> </tr> </tbody> </table>		Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6082	6184	6207	6159	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1808	1910	1933	1885	Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	1.917	2.025	2.050	1.999	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">424.40</td> <td style="text-align: center;">396.10</td> <td style="text-align: center;">404.20</td> <td style="text-align: center;">431.80</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">382.40</td> <td style="text-align: center;">353.60</td> <td style="text-align: center;">355.70</td> <td style="text-align: center;">372.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">42.00</td> <td style="text-align: center;">42.50</td> <td style="text-align: center;">48.50</td> <td style="text-align: center;">59.20</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">280.00</td> <td style="text-align: center;">250.00</td> <td style="text-align: center;">255.00</td> <td style="text-align: center;">282.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.667</td> <td style="text-align: center;">1.731</td> <td style="text-align: center;">1.722</td> <td style="text-align: center;">1.652</td> </tr> </tbody> </table>				Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	424.40	396.10	404.20	431.80	Tara + suelo seco (gr.)	382.40	353.60	355.70	372.60	Peso de agua (gr.)	42.00	42.50	48.50	59.20	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	280.00	250.00	255.00	282.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.667	1.731	1.722	1.652
Compactación	Método C																																																																																														
Prueba N°	1	2	3	4																																																																																											
Número de capas	5	5	5	5																																																																																											
Número de golpes	25	25	25	25																																																																																											
Peso suelo + molde (gr.)	6082	6184	6207	6159																																																																																											
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																																																																											
Peso suelo compactado (gr.)	1808	1910	1933	1885																																																																																											
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943																																																																																											
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.917	2.025	2.050	1.999																																																																																											
Humedad (%)																																																																																															
Tara N°	1	2	3	4																																																																																											
Tara + suelo húmedo (gr.)	424.40	396.10	404.20	431.80																																																																																											
Tara + suelo seco (gr.)	382.40	353.60	355.70	372.60																																																																																											
Peso de agua (gr.)	42.00	42.50	48.50	59.20																																																																																											
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																																																																											
Peso de suelo seco (gr.)	280.00	250.00	255.00	282.00																																																																																											
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																																																																											
Densidad Seca (gr/cm³)	1.667	1.731	1.722	1.652																																																																																											
Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) :		1.736																																																																																													
Optimo Contenido de Humedad (%) :		17.84																																																																																													
<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>																																																																																															
																																																																																															
INGEOCONTROL SAC																																																																																															
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																																																																											
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																																																																											
																																																																																															

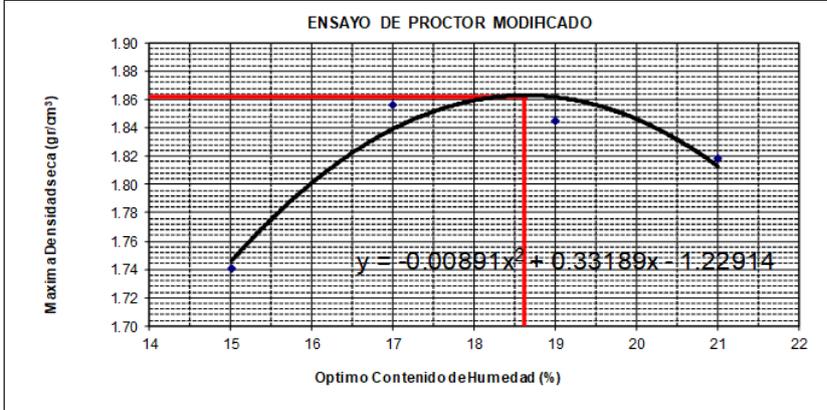
**Datos del ensayo de Proctor modificado C-3, 1 % GG**

	<b>INFORME</b>			Código	AE-FO-11																																																																																																																		
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			Versión	01																																																																																																																		
				Fecha	18/12/2024																																																																																																																		
				Página	2 de 5																																																																																																																		
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"				Registro N°:	IGC20-LEM-005-10																																																																																																																		
Solicitante		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por	: Solicitantes																																																																																																																		
Atención		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por	: Solicitantes																																																																																																																		
Ubicación de Proyecto		: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo:	18/12/2024																																																																																																																		
Código de Muestra		: C-3 (1% GG)																																																																																																																					
Procedencia		: C-3																																																																																																																					
N° de Muestra		: N° 10 (1% Goma Guar)																																																																																																																					
Progresiva		: 6+000																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6152</td> <td style="text-align: center;">6294</td> <td style="text-align: center;">6326</td> <td style="text-align: center;">6284</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1878</td> <td style="text-align: center;">2020</td> <td style="text-align: center;">2052</td> <td style="text-align: center;">2010</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.992</td> <td style="text-align: center;">2.142</td> <td style="text-align: center;">2.176</td> <td style="text-align: center;">2.131</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">432.50</td> <td style="text-align: center;">449.90</td> <td style="text-align: center;">456.50</td> <td style="text-align: center;">446.30</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">389.40</td> <td style="text-align: center;">399.60</td> <td style="text-align: center;">399.70</td> <td style="text-align: center;">384.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">43.10</td> <td style="text-align: center;">50.30</td> <td style="text-align: center;">56.80</td> <td style="text-align: center;">61.70</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">287.00</td> <td style="text-align: center;">296.00</td> <td style="text-align: center;">299.00</td> <td style="text-align: center;">294.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.731</td> <td style="text-align: center;">1.831</td> <td style="text-align: center;">1.829</td> <td style="text-align: center;">1.762</td> </tr> </tbody> </table> <p>           Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.839            Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.20         </p> <div style="text-align: center;">  <p>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</p> <p>Maxima Densidad seca (gr/cm³)</p> <p>Optimo Contenido de Humedad (%)</p> <p><math>y = -0.01053x^2 + 0.38338x - 1.65021</math></p> </div>						Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6152	6294	6326	6284	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1878	2020	2052	2010	Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	1.992	2.142	2.176	2.131	Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	432.50	449.90	456.50	446.30	Tara + suelo seco (gr.)	389.40	399.60	399.70	384.60	Peso de agua (gr.)	43.10	50.30	56.80	61.70	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	287.00	296.00	299.00	294.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.731	1.831	1.829	1.762	INGEOCONTROL SAC						TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM		Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:							
Compactación	Método C																																																																																																																						
Prueba N°	1	2	3	4																																																																																																																			
Número de capas	5	5	5	5																																																																																																																			
Número de golpes	25	25	25	25																																																																																																																			
Peso suelo + molde (gr.)	6152	6294	6326	6284																																																																																																																			
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																																																																																																			
Peso suelo compactado (gr.)	1878	2020	2052	2010																																																																																																																			
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943																																																																																																																			
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.992	2.142	2.176	2.131																																																																																																																			
Humedad (%)																																																																																																																							
Tara N°	1	2	3	4																																																																																																																			
Tara + suelo húmedo (gr.)	432.50	449.90	456.50	446.30																																																																																																																			
Tara + suelo seco (gr.)	389.40	399.60	399.70	384.60																																																																																																																			
Peso de agua (gr.)	43.10	50.30	56.80	61.70																																																																																																																			
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																																																																																																			
Peso de suelo seco (gr.)	287.00	296.00	299.00	294.00																																																																																																																			
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																																																																																																			
Densidad Seca (gr/cm³)	1.731	1.831	1.829	1.762																																																																																																																			
INGEOCONTROL SAC																																																																																																																							
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																																																																																																			
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																																																																																																			
																																																																																																																							

**Datos del ensayo de Proctor modificado C-3, 1.5 % GG**

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	AE-FO-11																																														
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>	<b>Versión</b>	01																																														
		<b>Fecha</b>	18/12/2024																																														
		<b>Página</b>	2 de 5																																														
Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combanata Tramo 3+000 A 6+000 Combanata Cusco 2024"		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-11</b>																																															
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ubicación de Proyecto : Distrito de Combanata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú	Muestreado por : Ensayado por : Fecha de Ensayo:	Solicitantes Solicitantes 18/12/2024																																															
Código de Muestra : C-3 (1.5%GG) Procedencia : C-3 N° de Muestra : N° 11 (1.5% Goma Guar) Progresiva : 6+000																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compactación</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Método C</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Prueba N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">6167</td> <td style="text-align: center;">6325</td> <td style="text-align: center;">6361</td> <td style="text-align: center;">6345</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> <td style="text-align: center;">4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td style="text-align: center;">1893</td> <td style="text-align: center;">2051</td> <td style="text-align: center;">2087</td> <td style="text-align: center;">2071</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> <td style="text-align: center;">943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">2.007</td> <td style="text-align: center;">2.175</td> <td style="text-align: center;">2.213</td> <td style="text-align: center;">2.196</td> </tr> </tbody> </table>		Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6167	6325	6361	6345	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1893	2051	2087	2071	Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	2.007	2.175	2.213	2.196			
Compactación	Método C																																																
Prueba N°	1	2	3	4																																													
Número de capas	5	5	5	5																																													
Número de golpes	25	25	25	25																																													
Peso suelo + molde (gr.)	6167	6325	6361	6345																																													
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																													
Peso suelo compactado (gr.)	1893	2051	2087	2071																																													
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943																																													
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.007	2.175	2.213	2.196																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tara N°</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td style="text-align: center;">421.00</td> <td style="text-align: center;">428.90</td> <td style="text-align: center;">407.70</td> <td style="text-align: center;">436.70</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">379.40</td> <td style="text-align: center;">381.60</td> <td style="text-align: center;">358.70</td> <td style="text-align: center;">376.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td style="text-align: center;">41.60</td> <td style="text-align: center;">47.30</td> <td style="text-align: center;">49.00</td> <td style="text-align: center;">60.10</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td style="text-align: center;">102.40</td> <td style="text-align: center;">103.60</td> <td style="text-align: center;">100.70</td> <td style="text-align: center;">90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td style="text-align: center;">277.00</td> <td style="text-align: center;">278.00</td> <td style="text-align: center;">258.00</td> <td style="text-align: center;">286.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">15.0</td> <td style="text-align: center;">17.0</td> <td style="text-align: center;">19.0</td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td style="text-align: center;">1.745</td> <td style="text-align: center;">1.859</td> <td style="text-align: center;">1.860</td> <td style="text-align: center;">1.815</td> </tr> </tbody> </table>		Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	421.00	428.90	407.70	436.70	Tara + suelo seco (gr.)	379.40	381.60	358.70	376.60	Peso de agua (gr.)	41.60	47.30	49.00	60.10	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	277.00	278.00	258.00	286.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.745	1.859	1.860	1.815			
Humedad (%)																																																	
Tara N°	1	2	3	4																																													
Tara + suelo húmedo (gr.)	421.00	428.90	407.70	436.70																																													
Tara + suelo seco (gr.)	379.40	381.60	358.70	376.60																																													
Peso de agua (gr.)	41.60	47.30	49.00	60.10																																													
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																													
Peso de suelo seco (gr.)	277.00	278.00	258.00	286.00																																													
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																													
Densidad Seca (gr/cm³)	1.745	1.859	1.860	1.815																																													
Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.873 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.55																																																	
<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>																																																	
																																																	
INGEOCONTROL SAC																																																	
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM																																															
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  	Nombre y firma:  																																															

**Datos del ensayo de Proctor modificado C-3, 2 % GG**

	<b>INFORME</b>			Código	AE-FO-11																																													
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO</b>			Versión	01																																													
				Fecha	18/12/2024																																													
				Página	2 de 5																																													
Tesis : Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024"				Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-12</b>																																														
Solicitante		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por	: Solicitantes																																													
Atención		: Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por	: Solicitantes																																													
Ubicación de Proyecto		: Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo:	: 18/12/2024																																													
Código de Muestra		: C-3 (2%GG)																																																
Procedencia		: C-3																																																
N° de Muestra		: N° 12 (2% Goma Guar)																																																
Progresiva		: 6+000																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Compactación</th> <th colspan="4">Método C</th> </tr> <tr> <th>Prueba N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de capas</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Número de golpes</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo + molde (gr.)</td> <td>6162</td> <td>6322</td> <td>6344</td> <td>6349</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td>4274</td> <td>4274</td> <td>4274</td> <td>4274</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo compactado (gr.)</td> <td>1888</td> <td>2048</td> <td>2070</td> <td>2075</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td>943</td> <td>943</td> <td>943</td> <td>943</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (gr/cm³)</td> <td>2.002</td> <td>2.172</td> <td>2.195</td> <td>2.200</td> </tr> </tbody> </table>						Compactación	Método C				Prueba N°	1	2	3	4	Número de capas	5	5	5	5	Número de golpes	25	25	25	25	Peso suelo + molde (gr.)	6162	6322	6344	6349	Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274	Peso suelo compactado (gr.)	1888	2048	2070	2075	Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943	Densidad húmeda (gr/cm³)	2.002	2.172	2.195	2.200
Compactación	Método C																																																	
Prueba N°	1	2	3	4																																														
Número de capas	5	5	5	5																																														
Número de golpes	25	25	25	25																																														
Peso suelo + molde (gr.)	6162	6322	6344	6349																																														
Peso molde (gr.)	4274	4274	4274	4274																																														
Peso suelo compactado (gr.)	1888	2048	2070	2075																																														
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943																																														
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.002	2.172	2.195	2.200																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Humedad (%)</th> </tr> <tr> <th>Tara N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tara + suelo húmedo (gr.)</td> <td>430.20</td> <td>434.70</td> <td>411.30</td> <td>451.20</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo seco (gr.)</td> <td>387.40</td> <td>386.60</td> <td>361.70</td> <td>388.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (gr.)</td> <td>42.80</td> <td>48.10</td> <td>49.60</td> <td>62.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (gr.)</td> <td>102.40</td> <td>103.60</td> <td>100.70</td> <td>90.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (gr.)</td> <td>285.00</td> <td>283.00</td> <td>261.00</td> <td>298.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>15.0</td> <td>17.0</td> <td>19.0</td> <td>21.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca (gr/cm³)</td> <td>1.741</td> <td>1.856</td> <td>1.845</td> <td>1.818</td> </tr> </tbody> </table>						Humedad (%)					Tara N°	1	2	3	4	Tara + suelo húmedo (gr.)	430.20	434.70	411.30	451.20	Tara + suelo seco (gr.)	387.40	386.60	361.70	388.60	Peso de agua (gr.)	42.80	48.10	49.60	62.60	Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60	Peso de suelo seco (gr.)	285.00	283.00	261.00	298.00	Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0	Densidad Seca (gr/cm³)	1.741	1.856	1.845	1.818
Humedad (%)																																																		
Tara N°	1	2	3	4																																														
Tara + suelo húmedo (gr.)	430.20	434.70	411.30	451.20																																														
Tara + suelo seco (gr.)	387.40	386.60	361.70	388.60																																														
Peso de agua (gr.)	42.80	48.10	49.60	62.60																																														
Peso de tara (gr.)	102.40	103.60	100.70	90.60																																														
Peso de suelo seco (gr.)	285.00	283.00	261.00	298.00																																														
Humedad (%)	15.0	17.0	19.0	21.0																																														
Densidad Seca (gr/cm³)	1.741	1.856	1.845	1.818																																														
Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : 1.862 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.62																																																		
																																																		
INGEOCONTROL SAC																																																		
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM																																														
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																														
 		 		 																																														

# Ensayo de CBR para la calicata C-1, C-2 Y C-3

## Datos del ensayo de CBR C-3, 0 % GG

	<b>INFORME</b>				<b>Código</b>	<b>AE-F1587</b>	
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>				<b>Versión</b>	<b>01</b>	
					<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>	
					<b>Página</b>	<b>3 de 5</b>	
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Comapata, Tramo 3+000 A 6+000, Comapata, Cusco, 2024" <span style="float: right;">Registro N°: IGC20-LEM-005-01</span>							
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz			Muestreado por : Solicitantes				
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz			Ensayado por : Solicitantes				
Ubicación de Proyecto : Distrito de Comapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú			Fecha de Ensayo: 16/12/2024				
Código de Muestra : C-1 (0%GG) Procedencia : C-1 N° de Muestra : N° 1 (0% Goma Guar) Progresiva : 4+000							
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.735 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.5							
<b>Compactación</b>			<b>Humedad (%)</b>				
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	181.30	181.10	191.30
Número de golpes	55	25	12	Tara+suelo seco (gr.)	159.50	158.00	168.00
Peso suelo + molde (gr.)	12848	12454	12289	Peso de agua (gr.)	21.80	23.10	23.30
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996	Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00
Peso suelo compactado (gr.)	4333	4284	4293	Peso de suelo seco (gr.)	121.00	121.00	132.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117	Humedad (%)	18.0	19.1	17.7
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.043	2.043	2.028	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.731	1.715	1.724
<b>Aplicación de Carga</b>							
Penetración		Presión	Molde 1		Molde 2		Molde 3
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		6	2.0	5	1.8	3
0.050	1.27		10	3.1	9	2.8	7
0.075	1.91		13	3.8	12	3.6	10
0.100	2.54	70	17	4.9	15	4.4	12
0.150	3.81		21	5.9	19	5.4	16
0.200	5.08	105	25	7.0	22	6.2	18
0.250	6.35		28	7.7	25	7.0	21
0.300	7.62		29	8.0	25	7.0	20
0.350	8.89						
0.400	10.16						
0.450	11.43						
0.500	12.70						
<b>Expansión:</b>							
Fecha	Expansión (Pulg.)						
	1	2	3				
16-12-24	0.000	0.000	0.000				
17-12-24	0.172	0.085	0.102				
18-12-24	0.235	0.089	0.125				
19-12-24	0.239	0.095	0.125				
20-12-24	0.240	0.095	0.125				
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>				
INGEOCONTROL SAC							
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM	
Nombre y firma:			Nombre y firma:			Nombre y firma:	
 			 			 	

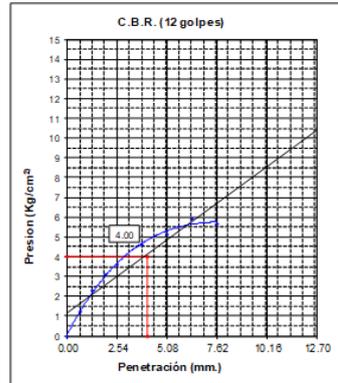
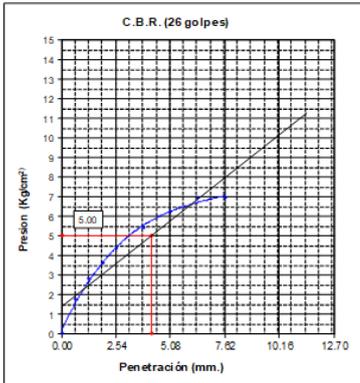
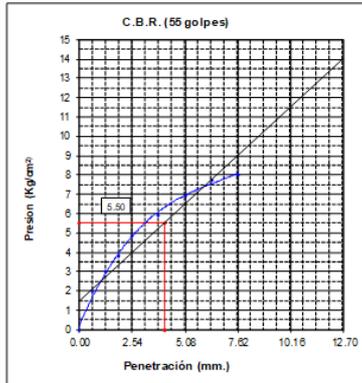
	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>

Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024<sup>1</sup> Registro N°: **IGC20-LEM-005-01**

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 16/12/2024

Código de Muestra : C-1 (0% GG)  
 Procedencia : C-1  
 N° de Muestra : N° 1 (0% Goma Guar)  
 Progresiva : +4+000

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.735  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.5

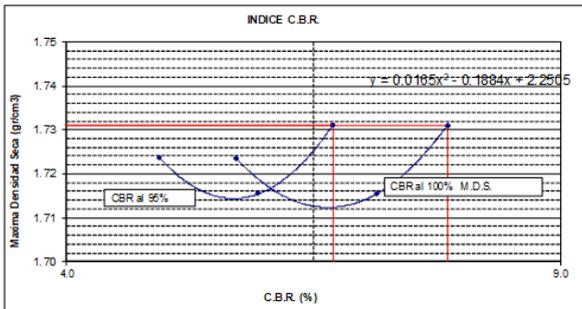


C.B.R. (0.1")-55 Golpes: 7.9  
 C.B.R. (0.2")-55 Golpes: 6.6  
 Densidad Seca (gr/cm): 1.731

C.B.R. (0.1")-26 Golpes: 7.1  
 C.B.R. (0.2")-26 Golpes: 5.9  
 Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): 1.715

C.B.R. (0.1")-12 Golpes: 5.7  
 C.B.R. (0.2")-12 Golpes: 4.9  
 Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): 1.724

**DETERMINACION DE C.B.R.**



M.D.S.: 1.735  
 95% DE M.D.S.: 1.648

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 7.9 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 5.7 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 6.6 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 4.9 %

**OBSERVACIONES :**

**CBR DISEÑO:** 5.7 % a 195% MDS.  
 Subrasante regular

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  	Nombre y firma:  

**Datos del ensayo de CBR C-1, 1 % GG**

 <p>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-F1587</b>	
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>	
			<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>	
			<b>Página</b>	<b>3 de 5</b>	
TESIS : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"			Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-02</b>		
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes			
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes			
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 16/12/2024			
Código de Muestra : C-1 (1%GG)					
Procedencia : C-1					
N° de Muestra : N° 2 (1% Goma Guar)					
Progresiva : 4+000					
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.849					
Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.6					
<b>Compactación</b>					
Molde N°	1	2	3		
Número de capas	5	5	5		
Número de golpes	55	25	12		
Peso suelo + molde (gr.)	13268	12733	12666		
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996		
Peso suelo compactado (gr.)	4753	4563	4670		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117		
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.241	2.176	2.206		
<b>Humedad (%)</b>					
Tara N°	1	2	3		
Tara+ suelo húmedo (gr.)	206.60	203.10	212.50		
Tara+ suelo seco (gr.)	179.50	176.00	185.00		
Peso de agua (gr.)	27.10	27.10	27.50		
Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00		
Peso de suelo seco (gr.)	141.00	139.00	149.00		
Humedad (%)	19.2	19.5	18.5		
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.880	1.821	1.862		
<b>Aplicación de Carga</b>					
Penetración		Presión	Molde 1	Molde 2	Molde 3
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		8 2.5	7 2.3	5 1.8
0.050	1.27		12 3.6	11 3.3	9 2.8
0.075	1.91		15 4.4	14 4.1	12 3.6
0.100	2.54	70	18 5.1	16 4.6	13 3.8
0.150	3.81		22 6.2	20 5.7	17 4.9
0.200	5.08	105	27 7.5	24 6.7	20 5.7
0.250	6.35		28 7.7	25 7.0	21 5.9
0.300	7.62		31 8.5	27 7.5	22 6.2
0.350	8.89				
0.400	10.16				
0.450	11.43				
0.500	12.70				
<b>Expansión:</b>					
Fecha	Expansión (Pulg.)				
	1	2	3		
16-12-24	0.000	0.000	0.000		
17-12-24	0.172	0.085	0.102		
18-12-24	0.235	0.089	0.125		
19-12-24	0.239	0.095	0.125		
20-12-24	0.240	0.095	0.125		
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>		
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM	
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:	
 		 		 	

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>

Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024. Registro N°: **IGC20-LEM-005-02**

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz. Muestreado por : Solicitantes

Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz. Ensayado por : Solicitantes

Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú. Fecha de Ensayo: 16/12/2024

Código de Muestra : C-1 (1%GG)

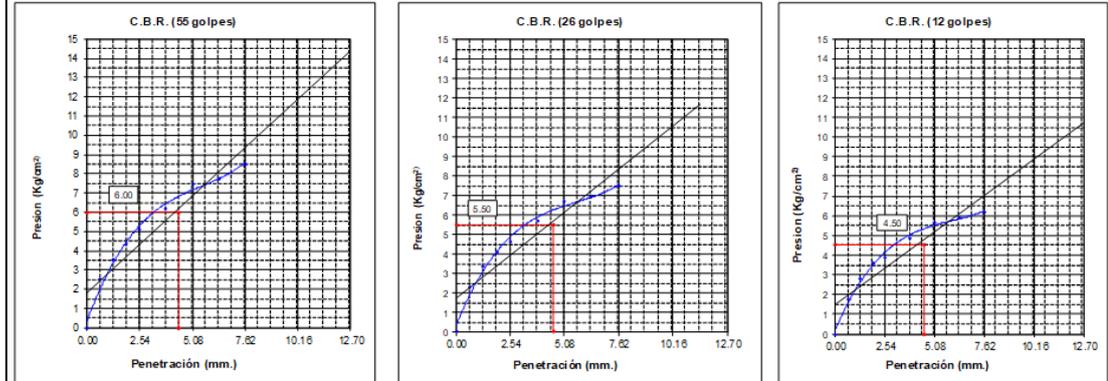
Procedencia : C-1

N° de Muestra : N° 2 (1% Goma Guar)

Progresiva : 4+000

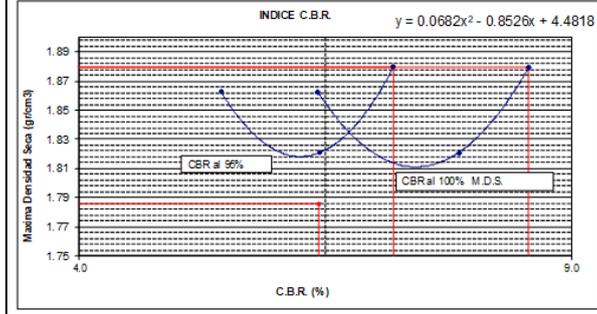
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.849

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.6



CBR (0.1")-55 Golpes: 8.6	CBR (0.1")-26 Golpes: 7.9	CBR (0.1")-12 Golpes: 6.4
CBR (0.2")-55 Golpes: 7.1	CBR (0.2")-26 Golpes: 6.4	CBR (0.2")-12 Golpes: 5.4
Densidad Seca (gr/cm³): 1.880	Densidad Seca (gr/cm³): 1.821	Densidad Seca (gr/cm³): 1.862

**DETERMINACION DE C.B.R.**



M.D.S.: 1.849

95% DE M.D.S.: 1.757

CBR (100% M.D.S.) 0.1": 8.2 %

CBR (95% M.D.S.) 0.1": 6.4 %

CBR (100% M.D.S.) 0.2": 6.8 %

CBR (95% M.D.S.) 0.2": 5.4 %

OBSERVACIONES :

CBR DISEÑO: 6.4 % al 95% MDS

Subrasante regular

INGEOCONTROL SAC		
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  	<p>QCC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  

**Datos del ensayo de CBR C-1, 1.5 % GG**

 <p>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	AE-F1587				
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	01				
			<b>Fecha</b>	16/12/2024				
			<b>Página</b>	3 de 5				
Tesis : Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000 Combapata Cusco 2024"		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-03</b>						
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes						
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes						
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 16/12/2024						
Código de Muestra : C-1 (1.5%GG)								
Procedencia : C-1								
N° de Muestra : N° 3 (1.5% Goma Guar)								
Progresiva : 4+000								
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.896								
Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.9								
<b>Compactación</b>								
Molde N°	1	2	3					
Número de capas	5	5	5					
Número de golpes	55	25	12					
Peso suelo + molde (gr.)	13419	12874	12744					
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996					
Peso suelo compactado (gr.)	4904	4704	4748					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117					
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.312	2.243	2.243					
<b>Humedad (%)</b>								
Tara N°	1	2	3					
Tara+suelo húmedo (gr.)	196.10	209.80	196.90					
Tara+suelo seco (gr.)	170.50	182.00	171.00					
Peso de agua (gr.)	25.60	27.80	25.90					
Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00					
Peso de suelo seco (gr.)	132.00	145.00	135.00					
Humedad (%)	19.4	19.2	19.2					
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.937	1.882	1.882					
<b>Aplicación de Carga</b>								
Penetración		Presión	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		11	3.3	10	3.1	8	2.5
0.050	1.27		14	4.1	13	3.8	11	3.3
0.075	1.91		18	5.1	17	4.9	15	4.4
0.100	2.54	70	22	6.2	20	5.7	17	4.9
0.150	3.81		24	6.7	22	6.2	19	5.4
0.200	5.08	105	28	7.7	25	7.0	21	5.9
0.250	6.35		32	8.8	29	8.0	25	7.0
0.300	7.62		33	9.0	29	8.0	24	6.7
0.350	8.89							
0.400	10.16							
0.450	11.43							
0.500	12.70							
<b>Expansión:</b>								
Fecha	Expansión (Pulg.)							
	1	2	3					
16-12-24	0.000	0.000	0.000					
17-12-24	0.172	0.085	0.102					
18-12-24	0.235	0.089	0.125					
19-12-24	0.239	0.095	0.125					
20-12-24	0.240	0.095	0.125					
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>					
INGEOCONTROL SAC								
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM		
Nombre y firma:			Nombre y firma:			Nombre y firma:		
 			 			 		

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>

Tesis : Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000 Combapata Cusco 2024" Registro N°: **IGC20-LEM-005-03**

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes

Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes

Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 16/12/2024

Código de Muestra : C-1 (1.5% GG)

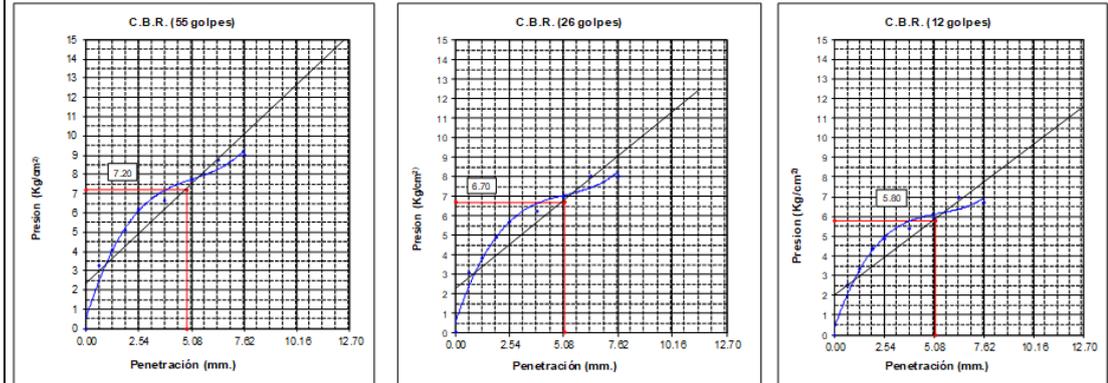
Procedencia : C-1

N° de Muestra : N° 3 (1.5% Goma Guar)

Progresiva : 4+000

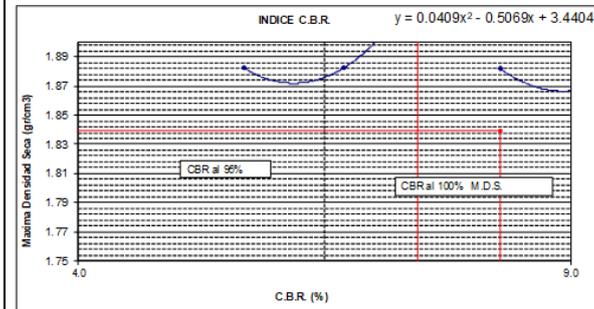
Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.896

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.9



CB.R. (0.1")-55 Golpes: 10.3	CB.R. (0.1")-26 Golpes: 9.6	CB.R. (0.1")-12 Golpes: 8.3
CB.R. (0.2")-55 Golpes: 7.4	CB.R. (0.2")-26 Golpes: 6.6	CB.R. (0.2")-12 Golpes: 5.6
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.937	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.882	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.882

**DETERMINACION DE C.B.R.**



M.D.S.: 1.896

95% DE M.D.S.: 1.801

CB.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 9.8 %

CB.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 8.3 %

CB.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 6.8 %

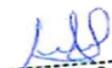
CB.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 5.6 %

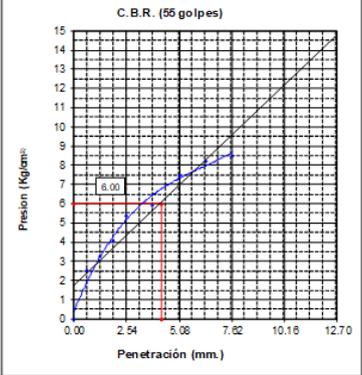
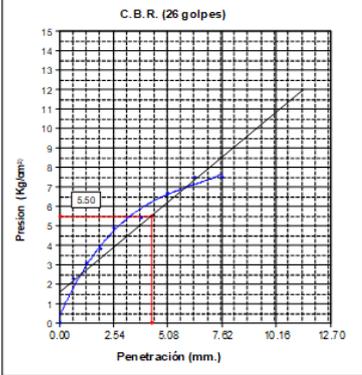
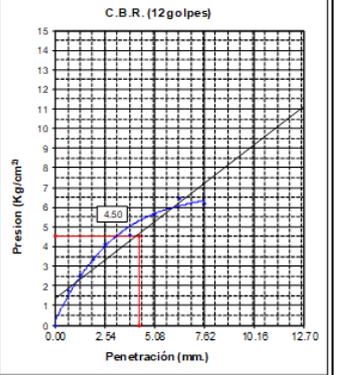
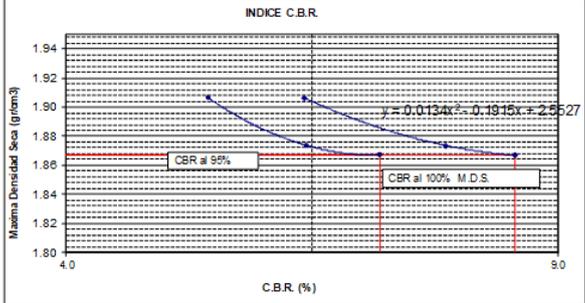
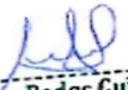
**OBSERVACIONES :**

CBR DISEÑO: 8.3 % al 95% MDS.  
Subrasante regular

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  

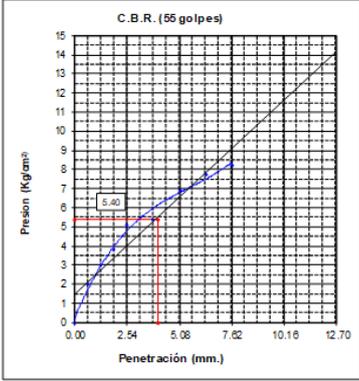
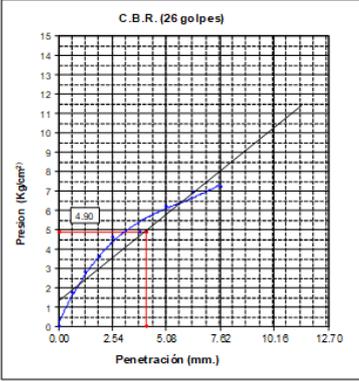
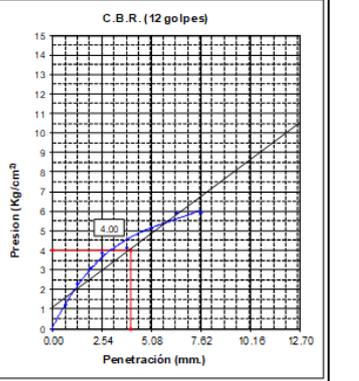
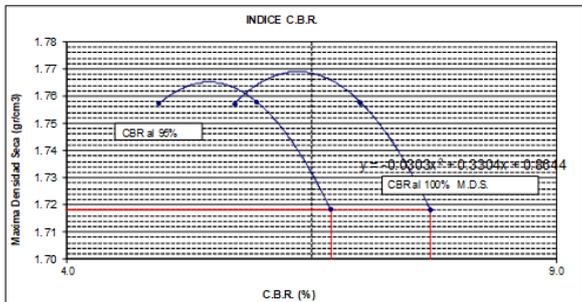
**Datos del ensayo de CBR C-1, 2 % GG**

 <p><b>INGEOCONTROL</b> INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-F1587</b>	
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>	
			<b>Fecha</b>	<b>16/12/2024</b>	
			<b>Página</b>	<b>3 de 5</b>	
Tesis : Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP FE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-04</b>			
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes			
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes			
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 16/12/2024			
Código de Muestra : C-1 (2%GG)					
Procedencia : C-1					
N° de Muestra : N° 4 (2% Goma Guar)					
Progresiva : 4+000					
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.863					
Optimo Contenido de Humedad (%) : 19.1					
<b>Compactación</b>		<b>Humedad (%)</b>			
Molde N°	1	2	3	Tara N°	
Número de capas	5	5	5	Tara+ suelo húmedo (gr.)	
Número de golpes	55	25	12	Tara+ suelo seco (gr.)	
Peso suelo + molde (gr.)	13200	12888	12829	Peso de agua (gr.)	
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996	Peso de tara (gr.)	
Peso suelo compactado (gr.)	4685	4718	4833	Peso de suelo seco (gr.)	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117	Humedad (%)	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.209	2.250	2.283	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	
<b>Aplicación de Carga</b>					
Penetración		Presión	Molde 1	Molde 2	Molde 3
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		8 2.5	7 2.3	5 1.8
0.050	1.27		11 3.3	10 3.1	8 2.5
0.075	1.91		14 4.1	13 3.8	11 3.3
0.100	2.54	70	19 5.4	17 4.9	14 4.1
0.150	3.81		21 5.9	19 5.4	16 4.6
0.200	5.08	105	27 7.5	24 6.7	20 5.7
0.250	6.35		30 8.3	27 7.5	23 6.4
0.300	7.62		31 8.5	27 7.5	22 6.2
0.350	8.89				
0.400	10.16				
0.450	11.43				
0.500	12.70				
<b>Expansión:</b>					
Fecha	Expansión (Pulg.)				
	1	2	3		
16-12-24	0.000	0.000	0.000		
17-12-24	0.172	0.085	0.102		
18-12-24	0.235	0.089	0.125		
19-12-24	0.239	0.095	0.125		
20-12-24	0.240	0.095	0.125		
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>		
<b>INGEOCONTROL SAC</b>					
<b>TECNICO LEM</b>		<b>JEFE LEM</b>		<b>CQC - LEM</b>	
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:	
 		 		 	

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	AE-FO-11
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	01
			<b>Fecha</b>	16/12/2024
			<b>Página</b>	4 de 5
Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMPPE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024*		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-04</b>		
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes		
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes		
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 16/12/2024		
Código de Muestra : C-1 (2%GG) Procedencia : C-1 N° de Muestra : N° 4 (2% Goma Guar) Progresiva : 4+000				
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.863 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 19.1				
				
C.B.R. (0.1")-55 Golpes: 8.6 C.B.R. (0.2")-55 Golpes: 7.1 Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.867		C.B.R. (0.1")-26 Golpes: 7.9 C.B.R. (0.2")-26 Golpes: 6.4 Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.874		C.B.R. (0.1")-12 Golpes: 6.4 C.B.R. (0.2")-12 Golpes: 5.4 Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.906
<b>DETERMINACION DE C.B.R.</b>				
		M.D.S. : 1.863 95% DE M.D.S. : 1.770 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 9.0 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 6.4 % C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 7.5 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 5.4 %		
OBSERVACIONES : CBR DISEÑO: 6.4 % al 95% MDS. Subrasante regular				
INGEOCONTROL SAC				
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  		<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  		<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  

**Datos del ensayo de CBR C-2, 0 % GG**

 <p>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-F1587</b>					
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>					
			<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>					
			<b>Página</b>	<b>3 de 5</b>					
Tesis : "Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP FE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" gistro N°: <b>IGC20-LEM-005-05</b>									
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes							
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes							
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 17/12/2024							
Código de Muestra : C-2 (0%GG) Procedencia : C-2 N° de Muestra : N° 5 (0% Goma Guar) Progresiva : 5+000									
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.742 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.1									
<b>Compactación</b>			<b>Humedad (%)</b>						
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3		
Número de capas	5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	207.30	190.70	208.40		
Número de golpes	55	25	12	Tara+suelo seco (gr.)	182.50	167.00	182.00		
Peso suelo + molde (gr.)	12787	12528	12389	Peso de agua (gr.)	24.80	23.70	26.40		
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996	Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00		
Peso suelo compactado (gr.)	4272	4358	4393	Peso de suelo seco (gr.)	144.00	130.00	146.00		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117	Humedad (%)	17.2	18.2	18.1		
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.014	2.078	2.075	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.718	1.758	1.757		
<b>Aplicación de Carga</b>									
Penetración		Presión		Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)	Patrón	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial
		(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )	
0.025	0.64		6	2.0	5	1.8	3	1.2	
0.050	1.27		10	3.1	9	2.8	7	2.3	
0.075	1.91		13	3.8	12	3.6	10	3.1	
0.100	2.54	70	18	5.1	16	4.6	13	3.8	
0.150	3.81		19	5.4	17	4.9	14	4.1	
0.200	5.08	105	25	7.0	22	6.2	18	5.1	
0.250	6.35		28	7.7	25	7.0	21	5.9	
0.300	7.62		30	8.3	26	7.2	21	5.9	
0.350	8.89								
0.400	10.16								
0.450	11.43								
0.500	12.70								
<b>Expansion:</b>									
Fecha	Expansion (Pulg.)								
	1	2	3						
17-12-24	0.000	0.000	0.000						
18-12-24	0.172	0.085	0.102						
19-12-24	0.235	0.089	0.125						
20-12-24	0.239	0.095	0.125						
21-12-24	0.240	0.095	0.125						
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>						
<b>INGEOCONTROL SAC</b>									
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM			
Nombre y firma:			Nombre y firma:			Nombre y firma:			
 			 			 			

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>
			<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>
<p>Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" <span style="float: right;">Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-05</b></span></p> <p>Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz <span style="float: right;">Muestreado por : Solicitantes</span></p> <p>Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz <span style="float: right;">Ensayado por : Solicitantes</span></p> <p>Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú <span style="float: right;">Fecha de Ensayo: 17/12/2024</span></p>				
<p>Código de Muestra : C-2 (0%GG)</p> <p>Procedencia : C-2</p> <p>N° de Muestra : N° 5 (0% Goma Guar)</p> <p>Progresiva : 5+000</p>				
<p>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.742</p> <p>Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.1</p>				
				
<p>C.B.R. (0.1")-55 Golpes: 7.7</p> <p>C.B.R. (0.2")-55 Golpes: 6.6</p> <p>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): 1.718</p>		<p>C.B.R. (0.1")-26 Golpes: 7.0</p> <p>C.B.R. (0.2")-26 Golpes: 5.9</p> <p>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): 1.758</p>		<p>C.B.R. (0.1")-12 Golpes: 5.7</p> <p>C.B.R. (0.2")-12 Golpes: 4.9</p> <p>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): 1.757</p>
<b>DETERMINACION DE C.B.R.</b>				
			<p>M.D.S.: 1.742</p> <p>95% DE M.D.S.: 1.654</p> <p>C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 7.7 %</p> <p>C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 5.7 %</p> <p>C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 6.6 %</p> <p>C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 4.9 %</p>	
<p><b>OBSERVACIONES :</b></p> <p><b>CBR DISEÑO: 5.7 % a 195% MDS.</b></p> <p><b>Subrasante regular</b></p>				
<b>INGEOCONTROL SAC</b>				
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>		
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:		
 	 	 		

**Datos del ensayo de CBR C-2, 1 % GG**

 <p>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-F1587</b>				
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>				
			<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>				
			<b>Página</b>	<b>3 de 5</b>				
Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP FE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024 <sup>o</sup>		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-06</b>						
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes						
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes						
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 17/12/2024						
Código de Muestra : C-2 (1%GG)								
Procedencia : C-2								
N° de Muestra : N° 6 (1% Goma Guar)								
Progresiva : 5+000								
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.859								
Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.4								
<b>Compactación</b>								
Molde N°	1	2	3					
Número de capas	5	5	5					
Número de golpes	55	25	12					
Peso suelo + molde (gr.)	13126	12842	12672					
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996					
Peso suelo compactado (gr.)	4611	4672	4676					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117					
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.174	2.228	2.209					
<b>Humedad (%)</b>								
Tara N°	1	2	3					
Tara+suelo húmedo (gr.)	167.00	206.60	204.50					
Tara+suelo seco (gr.)	147.50	181.00	178.00					
Peso de agua (gr.)	19.50	25.60	26.50					
Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00					
Peso de suelo seco (gr.)	109.00	144.00	142.00					
Humedad (%)	17.9	17.8	18.7					
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.844	1.892	1.861					
<b>Aplicación de Carga</b>								
Penetración		Presión	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		8	2.5	7	2.3	5	1.8
0.050	1.27		11	3.3	10	3.1	8	2.5
0.075	1.91		14	4.1	13	3.8	11	3.3
0.100	2.54	70	20	5.7	18	5.1	15	4.4
0.150	3.81		23	6.4	21	5.9	18	5.1
0.200	5.08	105	26	7.2	23	6.4	19	5.4
0.250	6.35		28	7.7	25	7.0	21	5.9
0.300	7.62		32	8.8	28	7.7	23	6.4
0.350	8.89							
0.400	10.16							
0.450	11.43							
0.500	12.70							
<b>Expansión:</b>								
Fecha	Expansión (Pulg.)							
	1	2	3					
17-12-24	0.000	0.000	0.000					
18-12-24	0.172	0.085	0.102					
19-12-24	0.235	0.089	0.125					
20-12-24	0.239	0.095	0.125					
21-12-24	0.240	0.095	0.125					
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>					
INGEOCONTROL SAC								
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM		
Nombre y firma:			Nombre y firma:			Nombre y firma:		
 			 			 		



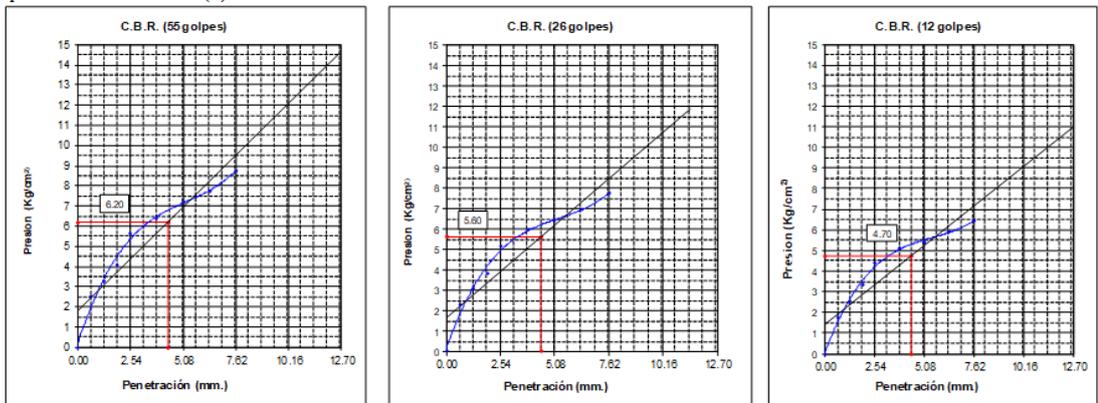
<b>INFORME</b>  <b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b> <b>ASTM D1883</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>
	<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>

Tesis : "Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: **IGC20-LEM-005-06**

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 17/12/2024

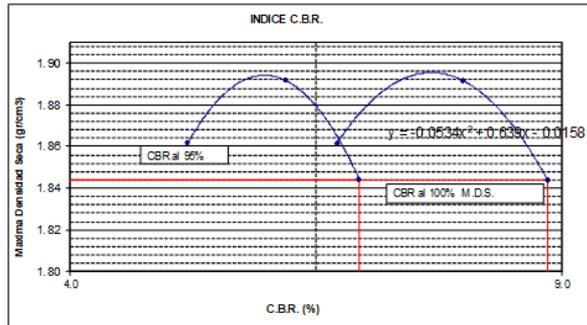
Código de Muestra : C-2 (1% GG)  
 Procedencia : C-2  
 N° de Muestra : N° 6 (1% Goma Guar)  
 Progresiva : 5+000

Máxima Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ) : 1.859  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.4



C.B.R. (0.1")-55 Golpes: 8.9	C.B.R. (0.1")-26 Golpes: 8.0	C.B.R. (0.1")-12 Golpes: 6.7
C.B.R. (0.2")-55 Golpes: 6.9	C.B.R. (0.2")-26 Golpes: 6.1	C.B.R. (0.2")-12 Golpes: 5.1
Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ): 1.844	Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ): 1.892	Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ): 1.861

**DETERMINACION DE C.B.R.**



M.D.S.: 1.859  
 95% DE M.D.S.: 1.766  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 8.9 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 6.7 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 6.9 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 5.2 %

**OBSERVACIONES :**

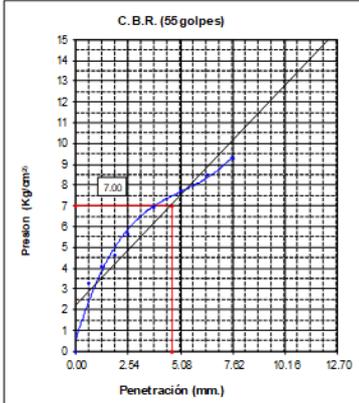
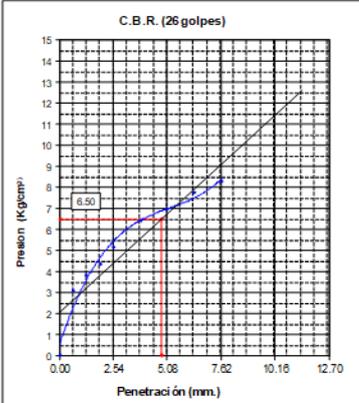
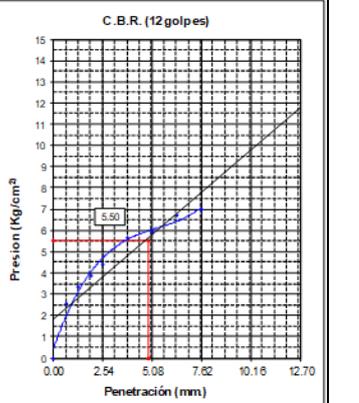
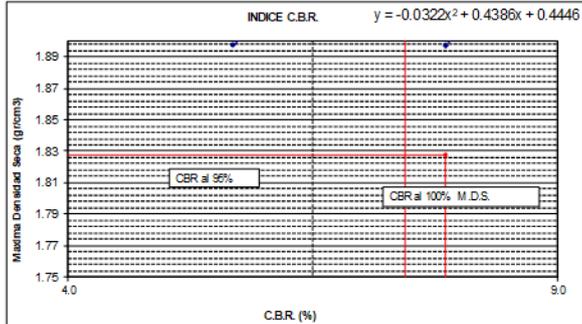
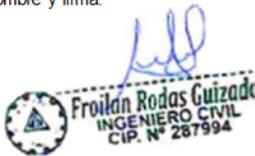
**CBR DISEÑO:** 6.7 % a 195% MDS.  
 Subrasante regular

INGENIOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 

**Datos del ensayo de CBR C-2, 1.5 % GG**

 <p>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-F1587</b>					
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>					
			<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>					
			<b>Página</b>	<b>3 de 5</b>					
Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024 <sup>4</sup>		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-07</b>							
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes							
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes							
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 17/12/2024							
Código de Muestra : C-2 (1.5%GG)									
Procedencia : C-2									
N° de Muestra : N° 7 (1.5% Goma Guar)									
Progresiva : 5+000									
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.888									
Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.5									
<b>Compactación</b>				<b>Humedad (%)</b>					
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3		
Número de capas	5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	171.00	170.10	165.30		
Número de golpes	55	25	12	Tara+suelo seco (gr.)	149.50	150.00	146.00		
Peso suelo + molde (gr.)	13385	12953	12717	Peso de agua (gr.)	21.50	20.10	19.30		
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996	Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00		
Peso suelo compactado (gr.)	4870	4783	4721	Peso de suelo seco (gr.)	111.00	113.00	110.00		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117	Humedad (%)	19.4	17.8	17.5		
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.296	2.281	2.230	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.924	1.936	1.897		
<b>Aplicación de Carga</b>									
Penetración		Presión		Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial
0.025	0.64		11	3.3	10	3.1	8	2.5	
0.050	1.27		14	4.1	13	3.8	11	3.3	
0.075	1.91		16	4.6	15	4.4	13	3.8	
0.100	2.54	70	20	5.7	18	5.1	15	4.4	
0.150	3.81		25	7.0	23	6.4	20	5.7	
0.200	5.08	105	28	7.7	25	7.0	21	5.9	
0.250	6.35		31	8.5	28	7.7	24	6.7	
0.300	7.62		34	9.3	30	8.3	25	7.0	
0.350	8.89								
0.400	10.16								
0.450	11.43								
0.500	12.70								
<b>Expansión:</b>									
Fecha	Expansión (Pulg.)								
	1	2	3						
17-12-24	0.000	0.000	0.000						
18-12-24	0.172	0.085	0.102						
19-12-24	0.235	0.089	0.125						
20-12-24	0.239	0.095	0.125						
21-12-24	0.240	0.095	0.125						
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>						
<b>INGEOCONTROL SAC</b>									
<b>TECNICO LEM</b>			<b>JEFE LEM</b>			<b>CQC - LEM</b>			
Nombre y firma:			Nombre y firma:			Nombre y firma:			
 			 			 			

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>
Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Comapata, Tramo 3+000 A 6+000 Comapata Cusco 2024"		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-07</b>	
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes	
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes	
Ubicación de Proyecto : Distrito de Comapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 17/12/2024	
<hr/>			
Código de Muestra : C-2 (1.5%GG)			
Procedencia : C-2			
N° de Muestra : N° 7 (1.5% Goma Guar)			
Progresiva : 5+000			
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.888			
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.5			
			
			
C.B.R. (0.1")-55 Golpe: 10.0 C.B.R. (0.2")-55 Golpe: 7.4 Densidad Seca (gr/cm) 1.924		C.B.R. (0.1")-26 Golpes 9.3 C.B.R. (0.2")-26 Golpes 6.6 Densidad Seca (gr/cm³) : 1.936	
		C.B.R. (0.1")-12 Golpes 7.9 C.B.R. (0.2")-12 Golpes 5.6 Densidad Seca (gr/cm³) : 1.897	
<b>DETERMINACION DE C.B.R.</b>			
		M.D.S. : 1.888 95% DE M.D.S. : 1.794	
		C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 12.0 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 7.9 % C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 9.4 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 5.6 %	
OBSERVACIONES :			
CBR DISEÑO: 7.9 % al 95% MDS. Subrasante regular			
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM	
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	
			

Datos del ensayo de CBR C-2, 2 % GG

	<b>INFORME</b>		Código	AE-F1587				
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		Versión	01				
			Fecha	17/12/2024				
			Página	3 de 5				
Tesis : Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-08</b>						
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes						
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes						
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 17/12/2024						
Código de Muestra : C-2 (2%GG)								
Procedencia : C-2								
N° de Muestra : N° 8 (2% Goma Guar)								
Progresiva : 5+000								
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.867								
Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.7								
<b>Compactación</b>								
Molde N°	1	2	3					
Número de capas	5	5	5					
Número de golpes	55	25	12					
Peso suelo + molde (gr.)	13247	12840	12742					
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996					
Peso suelo compactado (gr.)	4732	4670	4746					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117					
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.231	2.227	2.242					
<b>Humedad (%)</b>								
Tara N°	1	2	3					
Tara+suelo húmedo (gr.)	156.60	192.90	210.80					
Tara+suelo seco (gr.)	138.50	168.00	184.00					
Peso de agua (gr.)	18.10	24.90	26.80					
Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00					
Peso de suelo seco (gr.)	100.00	131.00	148.00					
Humedad (%)	18.1	19.0	18.1					
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.889	1.871	1.898					
<b>Aplicación de Carga</b>								
Penetración		Presión	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		8	2.5	7	2.3	5	1.8
0.050	1.27		13	3.8	12	3.6	10	3.1
0.075	1.91		14	4.1	13	3.8	11	3.3
0.100	2.54	70	20	5.7	18	5.1	15	4.4
0.150	3.81		21	5.9	19	5.4	16	4.6
0.200	5.08	105	27	7.5	24	6.7	20	5.7
0.250	6.35		30	8.3	27	7.5	23	6.4
0.300	7.62		33	9.0	29	8.0	24	6.7
0.350	8.89							
0.400	10.16							
0.450	11.43							
0.500	12.70							
<b>Expansión:</b>								
Fecha	Expansión (Pulg.)							
	1	2	3					
17-12-24	0.000	0.000	0.000					
18-12-24	0.172	0.085	0.102					
19-12-24	0.235	0.089	0.125					
20-12-24	0.239	0.095	0.125					
21-12-24	0.240	0.095	0.125					
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>					
INGEOCONTROL SAC								
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM		
Nombre y firma:			Nombre y firma:			Nombre y firma:		
 			 			 		

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>17/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>

Tesis : Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3 S Combanata, Tramo 3+000 A 6+000 Combanata Cusco 2024" Registro N°: **IGC20-LEM-005-08**

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes

Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes

Ubicación de Proyecto : Distrito de Combanata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 17/12/2024

---

Código de Muestra : C-2 (2%GG)

Procedencia : C-2

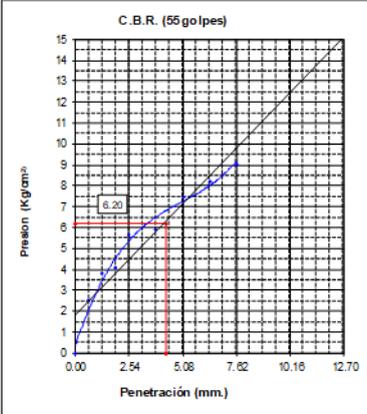
N° de Muestra : N° 8 (2% Goma Guar)

Progresiva : 5+000

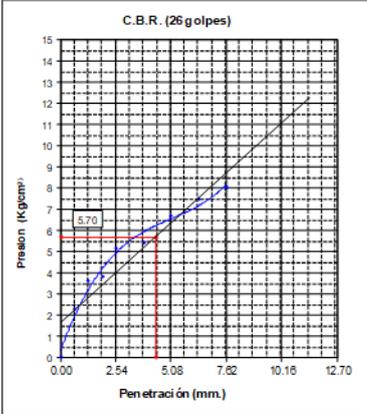
---

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.867

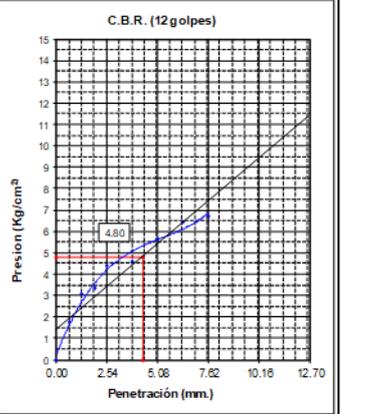
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.7



C.B.R. (55 golpes)



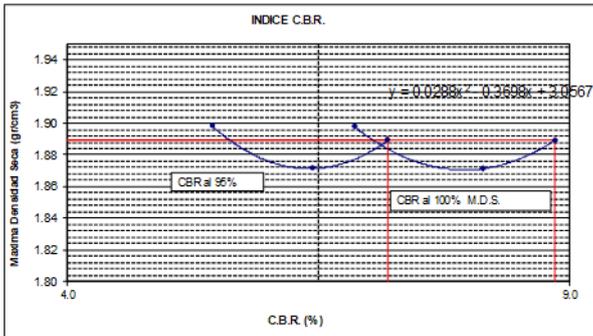
C.B.R. (26 golpes)



C.B.R. (12 golpes)

C.B.R. (0.1")-55 Golpes: 8.9	C.B.R. (0.1")-26 Golpes: 8.1	C.B.R. (0.1")-12 Golpes: 6.9
C.B.R. (0.2")-55 Golpes: 7.1	C.B.R. (0.2")-26 Golpes: 6.4	C.B.R. (0.2")-12 Golpes: 5.4
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.889	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.871	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.898

**DETERMINACION DE C.B.R.**



INDICE C.B.R.

M.D.S.: 1.867

95% DE M.D.S.: 1.773

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 8.0 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 6.9 %

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 6.2 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 5.4 %

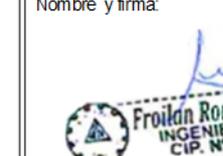
OBSERVACIONES :

C.B.R DISEÑO: 6.9 % al 95% M.D.S.

Subrasante regular

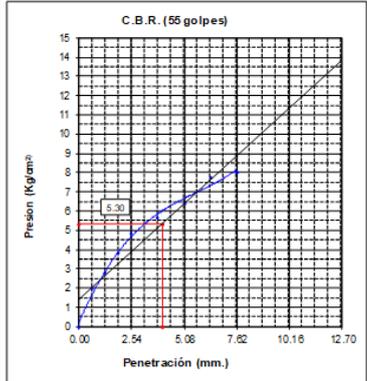
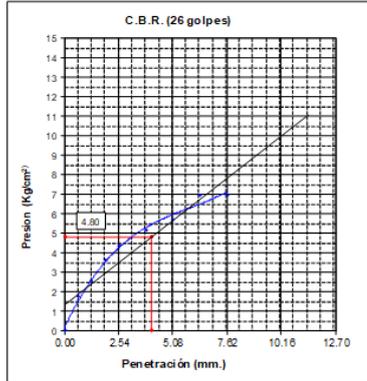
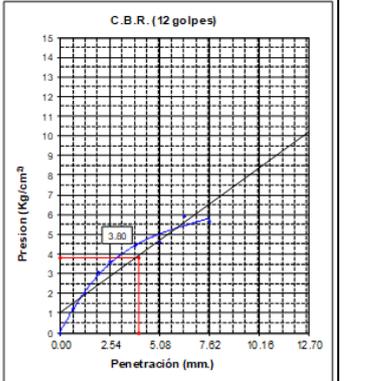
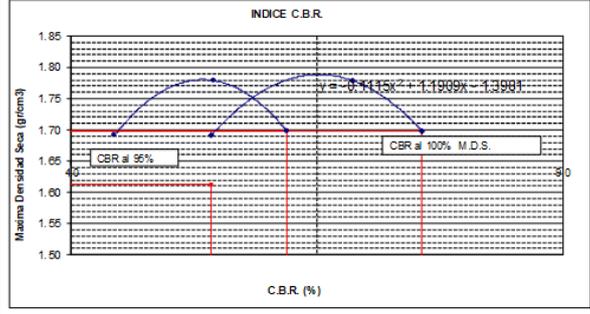
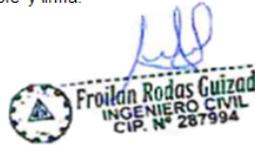
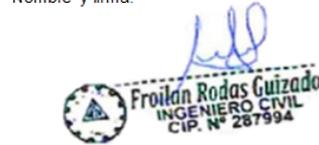
---

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  	Nombre y firma:  

**Datos del ensayo de CBR C-3, 0 % GG**

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-F1587</b>				
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>				
			<b>Fecha</b>	<b>18/12/2024</b>				
			<b>Página</b>	<b>3 de 5</b>				
Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Comapata, Tramo 3+000 A 6+000, Comapata, Cusco, 2024		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-09</b>						
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes						
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes						
Ubicación de Proyecto : Distrito de Comapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 18/12/2024						
Código de Muestra : C-3 (0%GG)								
Procedencia : C-3								
N° de Muestra : N° 9 (0% Goma Guar)								
Progresiva : 6+000								
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.736								
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 17.8								
<b>Compactación</b>				<b>Humedad (%)</b>				
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3	
Número de capas	5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	211.40	207.00	171.00	
Número de golpes	55	25	12	Tara+suelo seco (gr.)	186.50	182.00	150.00	
Peso suelo + molde (gr.)	12723	12544	12236	Peso de agua (gr.)	24.90	25.00	21.00	
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996	Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00	
Peso suelo compactado (gr.)	4208	4374	4240	Peso de suelo seco (gr.)	148.00	145.00	114.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117	Humedad (%)	16.8	17.2	18.4	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.984	2.086	2.003	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.698	1.779	1.691	
<b>Aplicación de Carga</b>								
Penetración		Presión	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		6	2.0	5	1.8	3	1.2
0.050	1.27		9	2.8	8	2.5	6	2.0
0.075	1.91		13	3.8	12	3.6	10	3.1
0.100	2.54	70	17	4.9	15	4.4	12	3.6
0.150	3.81		20	5.7	18	5.1	15	4.4
0.200	5.08	105	23	6.4	20	5.7	16	4.6
0.250	6.35		28	7.7	25	7.0	21	5.9
0.300	7.62		29	8.0	25	7.0	20	5.7
0.350	8.89							
0.400	10.16							
0.450	11.43							
0.500	12.70							
<b>Expansión:</b>								
Fecha	Expansión (Pulg.)							
	1	2	3					
18-12-24	0.000	0.000	0.000					
19-12-24	0.172	0.085	0.102					
20-12-24	0.235	0.089	0.125					
21-12-24	0.239	0.095	0.125					
22-12-24	0.240	0.095	0.125					
%EXP.	5.1	2.0	2.7					
INGEOCONTROL SAC								
TECNICO LEM		JEFE LEM			CQC - LEM			
Nombre y firma:		Nombre y firma:			Nombre y firma:			
 		 			 			

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>18/12/2024</b>
			<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>
<b>Tesis</b> : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024 <sup>1</sup>		<b>Registro N°:</b> IGC20-LEM-005-09		
<b>Solicitante</b> : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		<b>Muestreado por</b> : Solicitantes		
<b>Atención</b> : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		<b>Ensayado por</b> : Solicitantes		
<b>Ubicación de Proyecto</b> : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		<b>Fecha de Ensayo:</b> 18/12/2024		
<b>Código de Muestra</b> : C-3 (0%GG)				
<b>Procedencia</b> : C-3				
<b>N° de Muestra</b> : N° 9 (0% Goma Guar)				
<b>Progresiva</b> : 6+000				
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b> : 1.736				
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b> : 17.8				
				
C.B.R. (0.1")-55 Golpes: 7.6 C.B.R. (0.2")-55 Golpes: 6.1 Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.698		C.B.R. (0.1")-26 Golpes: 6.9 C.B.R. (0.2")-26 Golpes: 5.4 Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.779		C.B.R. (0.1")-12 Golpes: 5.4 C.B.R. (0.2")-12 Golpes: 4.4 Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.691
<b>DETERMINACION DE C.B.R.</b>				
		M.D.S. : 1.736 95% DE M.D.S. : 1.649		
		C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 7.6 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 5.4 % C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 6.1 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 4.4 %		
<b>OBSERVACIONES :</b> <b>CBR DISEÑO:</b> 5.4 % a 95% MDS Subrasante regular				
<b>INGEOCONTROL SAC</b>				
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 		<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma: 		<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma: 
				

## Datos del ensayo de CBR C-3, 1 % GG

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-F1587</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>18/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 5</b>

Tesis : Efecto de la incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024<sup>1</sup> Registro N°: **IGC20-LEM-005-10**

Solicitante : Bach. Herald Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Herald Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 18/12/2024

Código de Muestra : C-3 (1%GG)  
 Procedencia : C-3  
 N° de Muestra : N° 10 (1% Goma Guar)  
 Progresiva : 6+000

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.839  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.2

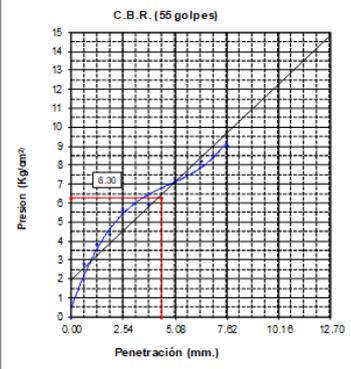
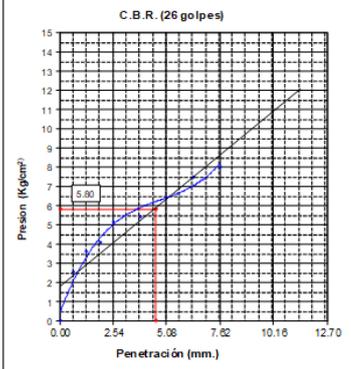
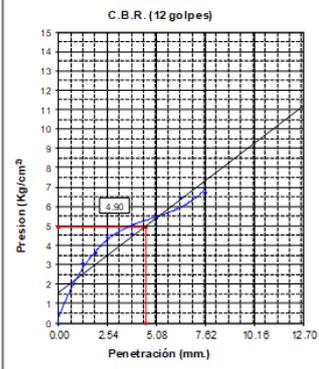
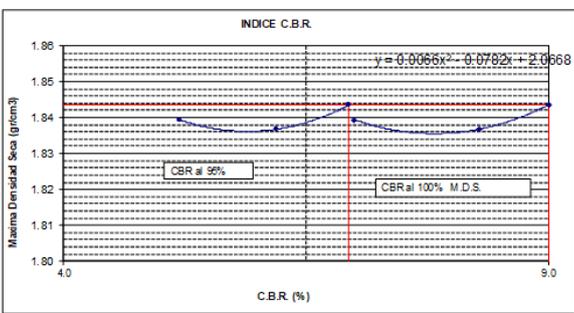
Compactación			
Molde N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	55	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	13122	12702	12622
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996
Peso suelo compactado (gr.)	4607	4532	4626
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.172	2.161	2.185

Humedad (%)			
Tara N°	1	2	3
Tara+suelo húmedo (gr.)	201.10	162.90	194.00
Tara+suelo seco (gr.)	176.50	144.00	169.00
Peso de agua (gr.)	24.60	18.90	25.00
Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00
Peso de suelo seco (gr.)	138.00	107.00	133.00
Humedad (%)	17.8	17.7	18.8
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.843	1.837	1.839

Aplicación de Carga								
Penetración		Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)		Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		9	2.8	8	2.5	6	2.0
0.050	1.27		13	3.8	12	3.6	10	3.1
0.075	1.91		15	4.4	14	4.1	12	3.6
0.100	2.54	70	20	5.7	18	5.1	15	4.4
0.150	3.81		21	5.9	19	5.4	16	4.6
0.200	5.08	105	26	7.2	23	6.4	19	5.4
0.250	6.35		30	8.3	27	7.5	23	6.4
0.300	7.62		33	9.0	29	8.0	24	6.7
0.350	8.89							
0.400	10.16							
0.450	11.43							
0.500	12.70							

Fecha	Expansión (Pulg.)		
	1	2	3
18-12-24	0.000	0.000	0.000
19-12-24	0.172	0.085	0.102
20-12-24	0.235	0.089	0.125
21-12-24	0.239	0.095	0.125
22-12-24	0.240	0.095	0.125
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  	Nombre y firma:  

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-11
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		Versión	01
			Fecha	18/12/2024
			Página	4 de 5
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"		Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-10</b>		
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes		
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes		
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 18/12/2024		
Código de Muestra : C-3 (1%GG)				
Procedencia : C-3				
N° de Muestra : N° 10 (1% Goma Guar)				
Progresiva : 6+000				
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.839				
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.2				
				
C.B.R. (0.1")-55 Golpe: 9.0 C.B.R. (0.2")-55 Golpe: 6.9 Densidad Seca (gr/cm) 1.843		C.B.R. (0.1")-26 Golpes 8.3 C.B.R. (0.2")-26 Golpes 6.1 Densidad Seca (gr/cm³) : 1.837		C.B.R. (0.1")-12 Golpes 7.0 C.B.R. (0.2")-12 Golpes 5.1 Densidad Seca (gr/cm³) : 1.839
<b>DETERMINACION DE C.B.R.</b>				
		M.D.S. : 1.839 95% DEM.D.S. : 1.747		
		C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 8.6 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 7.0 % C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 6.4 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 5.2 %		
OBSERVACIONES :				
CBR DISEÑO: 7.0 % a 95% MDS. Subrasante regular				
INGEOCONTROL SAC				
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM		
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:		
 	 	 		

**Datos del ensayo de CBR C-3, 1.5 % GG**

 <b>INGEOCONTROL</b> <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	<b>INFORME</b>		Código	AE-F1587				
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>		Versión	01				
			Fecha	18/12/2024				
			Página	3 de 5				
Tesis : "Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A. 6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-11</b>								
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Muestreado por : Solicitantes						
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz		Ensayado por : Solicitantes						
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú		Fecha de Ensayo: 18/12/2024						
Código de Muestra : C-3 (1.5%GG) Procedencia : C-3 N° de Muestra : N° 11 (1.5% Goma Guar) Progresiva : 6+000								
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.873 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.6								
<b>Compactación</b>			<b>Humedad (%)</b>					
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3	
Número de capas	5	5	5	Tara+ suelo húmedo (gr.)	192.90	184.30	203.50	
Número de golpes	55	25	12	Tara+ suelo seco (gr.)	168.50	161.00	178.00	
Peso suelo + molde (gr.)	13160	12874	12624	Peso de agua (gr.)	24.40	23.30	25.50	
Peso molde (gr.)	8515	8170	7996	Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00	
Peso suelo compactado (gr.)	4645	4704	4628	Peso de suelo seco (gr.)	130.00	124.00	142.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2097	2117	Humedad (%)	18.8	18.8	18.0	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.190	2.243	2.186	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.844	1.888	1.853	
<b>Aplicación de Carga</b>								
Penetración		Presión	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.025	0.64		12	3.6	11	3.3	9	2.8
0.050	1.27		15	4.4	14	4.1	12	3.6
0.075	1.91		16	4.6	15	4.4	13	3.8
0.100	2.54	70	22	6.2	20	5.7	17	4.9
0.150	3.81		24	6.7	22	6.2	19	5.4
0.200	5.08	105	28	7.7	25	7.0	21	5.9
0.250	6.35		30	8.3	27	7.5	23	6.4
0.300	7.62		33	9.0	29	8.0	24	6.7
0.350	8.89							
0.400	10.16							
0.450	11.43							
0.500	12.70							
<b>Expansión:</b>								
Fecha	Expansión (Pulg.)							
	1	2	3					
18-12-24	0.000	0.000	0.000					
19-12-24	0.172	0.085	0.102					
20-12-24	0.235	0.089	0.125					
21-12-24	0.239	0.095	0.125					
22-12-24	0.240	0.095	0.125					
<b>%EXP.</b>	<b>5.1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>					
INGEOCONTROL SAC								
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM		
Nombre y firma:			Nombre y firma:			Nombre y firma:		
 			 			 		

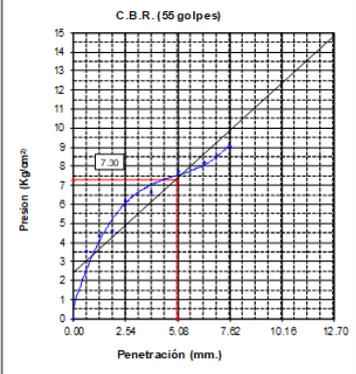
	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-11</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>18/12/2024</b>
		<b>Página</b>	<b>4 de 5</b>

Tesis : Efecto de la Incorporación de Goma Guar en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos: Aplicación en la Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024<sup>1</sup> Registro N°: **IGC20-LEM-005-11**

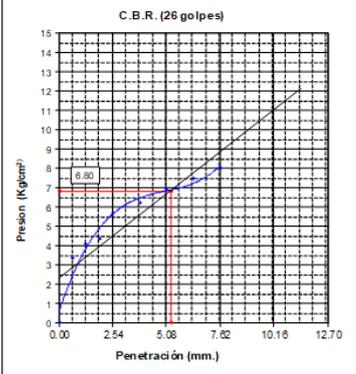
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 18/12/2024

Código de Muestra : C-3 (1.5% GG)  
 Procedencia : C-3  
 N° de Muestra : N° 11 (1.5% Goma Guar)  
 Progresiva : 6+000

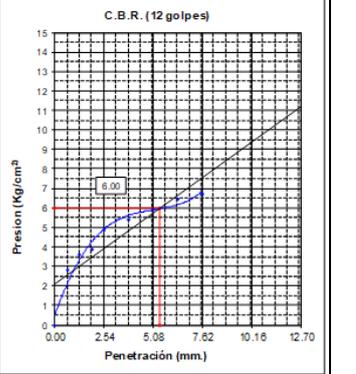
Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.873  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.6



C.B.R. (0.1")-55 Golpes: 10.4  
C.B.R. (0.2")-55 Golpes: 7.4  
Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): 1.844

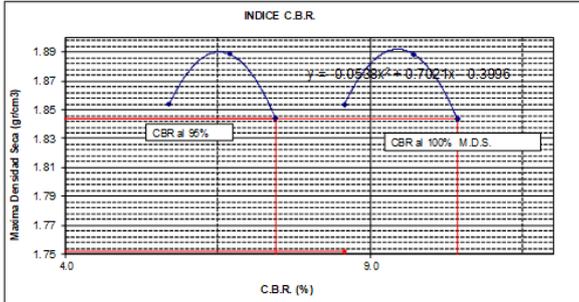


C.B.R. (0.1")-26 Golpes: 9.7  
C.B.R. (0.2")-26 Golpes: 6.6  
Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): 1.888



C.B.R. (0.1")-12 Golpes: 8.6  
C.B.R. (0.2")-12 Golpes: 5.6  
Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): 1.853

**DETERMINACION DE C.B.R.**



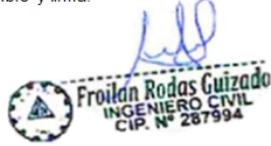
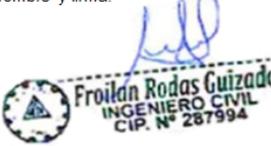
$y = -0.0538x^2 + 0.7021x - 0.3996$

M.D.S.: 1.873  
95% DE M.D.S.: 1.779

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 10.4 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 8.6 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 7.4 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 5.6 %

**OBSERVACIONES :**

**CBR DISEÑO:** 8.6 % a 195% MDS.  
Subrasante regular

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma: 	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma: 

**Datos del ensayo de CBR C-3, 2 % GG**

	<b>INFORME</b>						Código	AE-F1587	
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883</b>						Versión	01	
							Fecha	18/12/2024	
							Página	3 de 5	
Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024"						Registro N°: <b>IGC20-LEM-005-12</b>			
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz						Muestreado por : Solicitantes			
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz						Ensayado por : Solicitantes			
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú						Fecha de Ensayo: 18/12/2024			
Código de Muestra : C-3 (2%GG)									
Procedencia : C-3									
N° de Muestra : N° 4 (2% Goma Guar)									
Progresiva : 6+000									
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.862									
Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.6									
<b>Compactación</b>						<b>Humedad (%)</b>			
Molde N°		1	2	3	Tara N°	1	2	3	
Número de capas		5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	175.20	212.20	213.60	
Número de golpes		55	25	12	Tara+suelo seco (gr.)	153.50	185.00	186.00	
Peso suelo + molde (gr.)		13224	12838	12708	Peso de agua (gr.)	21.70	27.20	27.60	
Peso molde (gr.)		8515	8170	7996	Peso de tara (gr.)	38.50	37.00	36.00	
Peso suelo compactado (gr.)		4709	4668	4712	Peso de suelo seco (gr.)	115.00	148.00	150.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2121	2097	2117	Humedad (%)	18.9	18.4	18.4	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )		2.220	2.226	2.226	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.868	1.880	1.880	
<b>Aplicación de Carga</b>									
Penetración		Presión		Molde 1		Molde 2		Molde 3	
(Pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial
0.025	0.64		8	2.5	7	2.3	5	1.8	
0.050	1.27		11	3.3	10	3.1	8	2.5	
0.075	1.91		16	4.6	15	4.4	13	3.8	
0.100	2.54	70	20	5.7	18	5.1	15	4.4	
0.150	3.81		21	5.9	19	5.4	16	4.6	
0.200	5.08	105	27	7.5	24	6.7	20	5.7	
0.250	6.35		30	8.3	27	7.5	23	6.4	
0.300	7.62		33	9.0	29	8.0	24	6.7	
0.350	8.89								
0.400	10.16								
0.450	11.43								
0.500	12.70								
<b>Expansión:</b>									
Fecha	Expansión (Pulg.)								
	1	2	3						
18-12-24	0.000	0.000	0.000						
19-12-24	0.172	0.085	0.102						
20-12-24	0.235	0.089	0.125						
21-12-24	0.239	0.095	0.125						
22-12-24	0.240	0.095	0.125						
%EXP.	5.1	2.0	2.7						
INGEOCONTROL SAC									
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM			
Nombre y firma:			Nombre y firma:			Nombre y firma:			
 			 			 			



**INFORME**  
**VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR**  
**ASTM D1883**

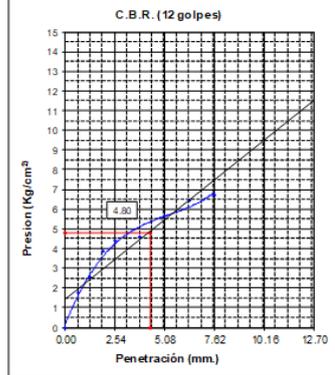
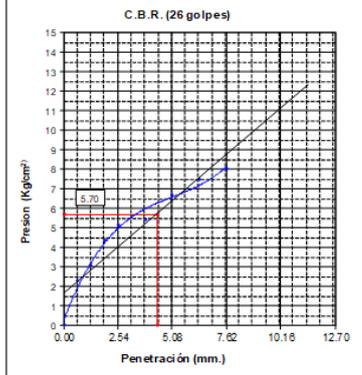
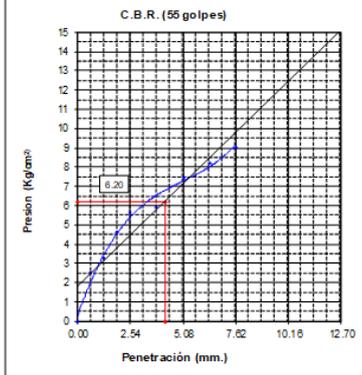
Código	AE-FO-11
Versión	01
Fecha	18/12/2024
Página	4 de 5

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE- Registro N°: **IGC20-LEM-005-12**  
3S Combapata, Tramo 3+000 A6+000, Combapata, Cusco, 2024"

Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz      Muestreado por : Solicitantes  
Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz      Ensayado por : Solicitantes  
Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú      Fecha de Ensayo: 18/12/2024

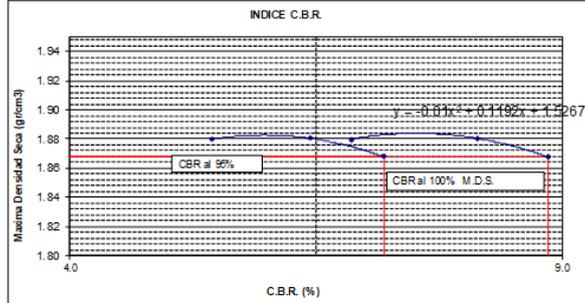
Código de Muestra : C-3 (2% GG)  
Procedencia : C-3  
N° de Muestra : N° 4 (2% Goma Guar)  
Progresiva : 6+000

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.862  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.6



CB.R. (0.1")-55 Golpes: 8.9	CB.R. (0.1")-26 Golpes: 8.1	CB.R. (0.1")-12 Golpes: 6.9
CB.R. (0.2")-55 Golpes: 7.1	CB.R. (0.2")-26 Golpes: 6.4	CB.R. (0.2")-12 Golpes: 5.4
Densidad Seca (gr/cm): 1.868	Densidad Seca (gr/cm³): 1.880	Densidad Seca (gr/cm³): 1.880

**DETERMINACION DE C.B.R.**



M.D.S.: 1.862  
95% DE M.D.S.: 1.768

CB.R. (100% M.D.S.) 0.1": 9.2 %  
CB.R. (95% M.D.S.) 0.1": 6.9 %  
CB.R. (100% M.D.S.) 0.2": 7.5 %  
CB.R. (95% M.D.S.) 0.2": 5.4 %

**OBSERVACIONES :**

**CBR DISEÑO:** 6.9 % al 95% MDS.  
Subrasante regular

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:

JEFE LEM

Nombre y firma:

CQC - LEM

Nombre y firma:

# Ensayo de permeabilidad

## Recopilación de datos de datos de ensayo de permeabilidad

 <p style="font-size: small;">INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-11
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b> <b>ASTM D1883</b>	Versión	01
		Fecha	16/12/2024
		Página	4 de 5

Tesis : "Incorporación del Biopolímero Goma Guar en La Subrasante De La Carretera EMP PE-3S Combapata, Tramo 3+000 A 6+000, Combapata, Cusco, 2024" Registro N°: IGC20-LEM-005-01

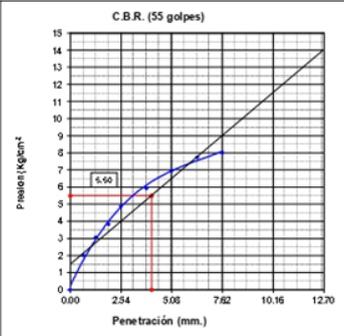
Solicitante : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Muestreado por : Solicitantes  
 Atención : Bach. Heraldo Yamandu Cruz Cruz Ensayado por : Solicitantes  
 Ubicación de Proyecto : Distrito de Combapata, Provincia de Canchis, Cusco, Perú Fecha de Ensayo: 16/12/2024

---

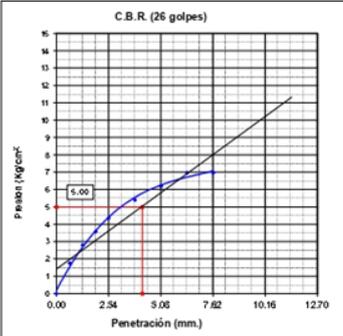
Código de Muestra : C-1 (0%GG)  
 Procedencia : C-1  
 N° de Muestra : N° 1 (0% Goma Guar)  
 Progresiva : 4+000

---

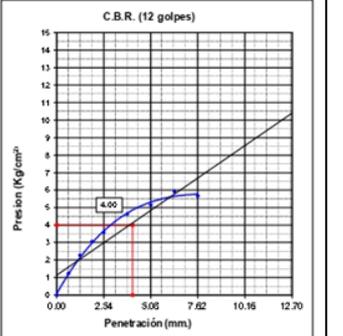
Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.735  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.5



C.B.R. (55 golpes)



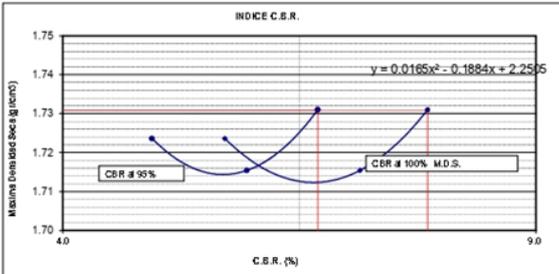
C.B.R. (26 golpes)



C.B.R. (12 golpes)

C.B.R. (0.1")-55 Golpe: 7.9	C.B.R. (0.1")-26 Golpes: 7.1	C.B.R. (0.1")-12 Golpes: 5.7
C.B.R. (0.2")-55 Golpe: 6.6	C.B.R. (0.2")-26 Golpes: 5.9	C.B.R. (0.2")-12 Golpes: 4.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.731	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.715	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.724

**DETERMINACION DE C.B.R.**



INDICE C.B.R.

$y = 0.0165x^2 - 0.1884x + 2.2595$

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)

C.B.R. (%)

M.D.S.: 1.735  
 95% DE M.D.S.: 1.648

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 7.9 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 5.7 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 6.6 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 4.9 %

OBSERVACIONES :  
 CBR DISEÑO: 5.7 % a 95% MDS.  
 Subrasante regular

---

INGEOCONTROL SAC

<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:  	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  
--	---	--

## Anexo 2. Matriz de Consistencia

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Método</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>		
¿Cómo afecta la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?	Determinar cómo afecta la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades físicas y mecánicas en los suelos arcillosos de la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.	La incorporación de goma guar 1.5%, mejorará de manera significativa las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.	VD 1: Límites de consistencia VD 2: Máxima densidad seca VD 3: Contenido óptimo de humedad	Nivel: Aplicada experimental
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	VD 4: CBR VD 5: Permeabilidad	Enfoque: Cuantitativo
a) ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el contenido de humedad natural de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?	a) Determinar cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el contenido de humedad natural en los suelos arcillosos de la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.	a) La incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% no influye demasiado en el contenido de humedad natural de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.		Método Experimental
b) ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el índice de plasticidad de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?	b) Evaluar la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el índice de plasticidad en los suelos arcillosos de la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.	b) La incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% baja el índice de plasticidad de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.	VI 1: Dosis de Goma Guar en porcentajes de peso de suelo seco	Población: Suelos arcillosos en la

<p>c) ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en la densidad máxima seca de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?</p>	<p>c) Determinar cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en la densidad máxima seca en los suelos arcillosos de la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.</p>	<p>c) La incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% baja la densidad máxima seca de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.</p>	<hr/>	<p>Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000</p>
<p>d) ¿Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el índice (CBR) de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?</p>	<p>d) Determinar cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en el índice (CBR) en los suelos arcillosos de la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.</p>	<p>d) La incorporación de la goma guar al 1% y 1.5% aumenta el índice (CBR) de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.</p>	<p>VI 2: Tipo de suelo</p>	<p>Muestra: 6 calicatas sacando 5 muestras por cada una, 30 muestras en total</p>
<p>e) Cómo influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en la permeabilidad de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000?</p>	<p>e) En cuanto influye la incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% en la permeabilidad de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.</p>	<p>e) La incorporación de la goma guar al 1%, 1.5% y 2% reduce significativamente la permeabilidad de los suelos arcillosos en la Carretera Emp Pe-3S Combapata tramo 3+000 a 6+000.</p>		