

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia del mucílago de nopal en el mejoramiento
de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera
Rosario-Sivia, Ayacucho, 2022**

Luis Alberto Tanta Prado

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

Informe de similitud segunda

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

14%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	12%
2	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	1%
3	hdl.handle.net Internet Source	1%
4	jupiter.utm.mx Internet Source	1%
5	Submitted to Universidad Continental Student Paper	<1%
6	revistas.uan.edu.co Internet Source	<1%
7	Submitted to City University of New York System Student Paper	<1%
8	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	<1%
9	repositorio.usfq.edu.ec Internet Source	<1%

10

Submitted to Universidad Nacional del Centro
del Peru

Student Paper

<1 %

11

prevencionderiesgosumc.blogspot.com

Internet Source

<1 %

12

www.nee-oink.com

Internet Source

<1 %

13

repositorio.umb.edu.pe:8080

Internet Source

<1 %

14

repositorio.ulcb.edu.pe

Internet Source

<1 %

15

repositorio.upn.edu.pe

Internet Source

<1 %

16

www.residuosprofesional.com

Internet Source

<1 %

17

repositorio.uea.edu.ec

Internet Source

<1 %

18

theibfr.com

Internet Source

<1 %

19

transparencia.ucr.ac.cr

Internet Source

<1 %

20

www.researchgate.net

Internet Source

<1 %

21

repositorio.ujcm.edu.pe

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 15 words

Exclude bibliography On

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los que me ayudaron a llevar adelante
este proyecto para convertirlo en un éxito.

Gracias a mis padres por el regalo de la vida.

Gracias a mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de este viaje.

DEDICATORIA

A mi padre, quien es mi guía desde el cielo. Así también a mi madre, que es mi fortaleza. A ellos les dedico esta tesis por su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
<i>DEDICATORIA</i>	iii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento del problema y formulación del problema.....	1
1.1.1. Problema general	4
1.1.2. Problemas específicos.....	4
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Justificación e importancia	5
1.3.1. Justificación	5
1.3.2. Importancia.....	5
1.4. Formulación de la hipótesis.....	5
1.4.1. Hipótesis general	5
1.4.2. Hipótesis específicas.....	6
1.5. Variables.....	6
1.5.1. Variable independiente	6
1.5.2. Variable dependiente	6
1.5.3. Operacionalización de variables	7

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes del problema.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	1
2.2. Bases teóricas	4
2.2.1. El suelo	4
2.2.1.1. Mejoramiento de suelos	4
2.2.1.1.1. Factores que intervienen para seleccionar un proceso de mejoramiento de suelo	5
2.2.1.1.2. Tipos de mejoramiento de suelos.....	5
2.2.2. Subrasantes	7
2.2.2.1. Características físicas	7
2.2.2.1.1. Clasificación de suelos.....	7
2.2.2.1.2. Límites de consistencia.....	11
2.2.2.2. Características mecánicas.....	12
2.2.2.2.1. Compactación de suelos (Proctor modificado).....	12
2.2.2.2.2. Resistencia a la compresión.....	14
2.2.2.2.3. Capacidad de soporte	14
2.2.3. Mucílago de nopal	15
CAPÍTULO III - METODOLOGÍA	19
3.1. Método y alcance de la investigación.....	19
3.1.1. Método de investigación.....	19
3.1.2. Enfoque de la investigación.....	19
3.1.3. Tipo de investigación	20

3.1.4.	Nivel o alcance de la investigación	20
3.2.	Diseño de la investigación.....	20
3.3.	Población y muestra	20
3.3.1.	Población	20
3.3.2.	Muestra	21
3.3.3.	Muestreo	21
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	23
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	23
3.5.	Procedimientos	24
3.6.	Técnicas de análisis de datos	27
CAPÍTULO IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN		28
4.1.	Presentación de resultados.....	28
4.1.1.	Ensayos generales.....	28
4.1.1.1.	Ensayo de penetración dinámica de cono (PDC).....	28
4.1.1.2.	Propiedades estándares de los suelos analizados.	29
4.1.1.3.	Ensayos de compactación en laboratorio	31
4.1.1.4.	Ensayos de resistencia en laboratorio.....	32
4.1.1.5.	Resumen de las características físicas y mecánicas de las muestras analizadas.....	33
4.1.2.	Influencia del mucílago de nopal en las características físicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia	34
4.1.2.1.	Ensayo de compactación	35

4.1.3.	Influencia del mucílago de nopal en las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.....	40
4.1.3.1.	Ensayo de resistencia a la compresión simple	41
4.1.3.2.	Ensayo de capacidad de soporte - CBR	45
4.1.4.	Dosificación óptima de adición de mucílago de nopal para el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.....	50
4.2.	Prueba de hipótesis	52
4.2.1.	Prueba de hipótesis para las características físicas de la subrasante.	52
4.2.1.1.	Prueba hipótesis para la máxima densidad seca (MDS)	52
4.2.1.2.	Óptimo contenido de humedad (OCH).	54
4.2.2.	Prueba de hipótesis para las características mecánicas de la subrasante.....	56
4.2.2.1.	Resistencia a la compresión simple.....	56
4.2.2.2.	CBR al 95% de la MDS	59
4.3.	Discusión de resultados	62
4.3.1.	Discusión 1.	62
4.3.2.	Discusión 2.	62
4.3.3.	Discusión 3.	64
4.3.4.	Discusión 4.	65
CONCLUSIONES		66
RECOMENDACIONES		68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		69
ANEXOS		73

ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO B: CONSTANCIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO Y
CERTIFICADO DE CALIDAD

ANEXO C: RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO D: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO E: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE
DATOS

ANEXO F: PANEL FOTOGRÁFICO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente.....	7
Tabla 2: Clasificación de suelos – Material granular según AASHTO.....	8
Tabla 3: Clasificación de suelos – Material limo-arcilloso según AASHTO	9
Tabla 4: Clasificación de suelos – Sistema unificado de Clasificación de Suelos SUCS.....	10
Tabla 5: Clasificación de suelos por tamaño de partículas.....	11
Tabla 6: Tabla de clasificación y uso del suelo según el valor de CBR.....	15
Tabla 7: Cuantía muestral de los ensayos a realizar a las muestras de suelo de las calicatas..	22
Tabla 8: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
Tabla 9: Ensayos de penetración dinámica de cono (PDC)	29
Tabla 10: Propiedades de los suelos analizados	30
Tabla 11: Ensayos de compactación (Proctor modificado).....	31
Tabla 12: Ensayos de resistencia.....	32
Tabla 13: Resumen de las características físicas y mecánicas de las muestras analizadas	33
Tabla 14: Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°1	35
Tabla 15: Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°3.....	37
Tabla 16: Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°4.....	39
Tabla 17: Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°1.....	41
Tabla 18: Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°3.....	43
Tabla 19: Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°4.....	44
Tabla 20: Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°1	46
Tabla 21: Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°3	47

Tabla 22: Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°4	49
Tabla 23: CBR al 95% de la MDS de las calicatas analizadas.....	51
Tabla 24: Máxima densidad seca (MDS) según tratamientos y bloques.....	53
Tabla 25: Análisis de varianza para la máxima densidad seca (MDS)	54
Tabla 26: Óptimo contenido de humedad (OCH) según tratamientos y bloques.....	55
Tabla 27: Análisis de varianza para el óptimo contenido de humedad - OCH	56
Tabla 28: Resistencia a la compresión simple según tratamientos y bloques	57
Tabla 29: Análisis de varianza para la resistencia a la compresión simple.....	58
Tabla 30: Prueba de Tukey – resistencia a la compresión simple.....	59
Tabla 31: Resistencia a la compresión simple según tratamientos y bloques	59
Tabla 32: Análisis de varianza para el CBR al 95% de la MDS	60
Tabla 33: Prueba de Tukey – CBR al 95% de la MDS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Límites de consistencia.....	11
Figura 2: Curva de Proctor	13
Figura 3: Nopal (Opuntia ficus-indica)	16
Figura 4: Diagrama de flujo de procesos primera etapa.....	25
Figura 5: Diagrama de flujo de procesos segunda etapa.	26
Figura 6: Tendencia del valor de la MDS –Calicata N°1.....	35
Figura 7: Tendencia del valor del OCH – Muestra N°1.....	36
Figura 8: Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°3.....	37
Figura 9: Tendencia del valor del OCH – Calicata N°3.....	38
Figura 10: Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°4.....	39
Figura 11: Tendencia del valor del OCH – Calicata N°4.....	40
Figura 12: Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la Calicata N°1.....	42
Figura 13: Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la – Calicata N°3	43
Figura 14: Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la – Calicata N°4.....	45
Figura 15: Tendencia del valor del CBR – Muestra N°1	46
Figura 16: Tendencia del valor del CBR – Calicata N°3	48
Figura 17: Tendencia del valor del CBR – Calicata N°4.....	49
Figura 18: Tendencia del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°1 – Calicata N°3 - Calicata N°4.....	51

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar la influencia de la adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa, diseño cuasi experimental y alcance explicativo. La población estuvo conformada por la subrasante de la carretera Rosario-Sivia y la muestra estuvo compuesta por 4 calicatas de 1.5 m de profundidad en los kilómetros 14+750, 15+250, 16+500 y 17+750.

Para su desarrollo se realizaron los ensayos de granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado, resistencia a la compresión simple y CBR de las muestras extraídas, así como grupos de control con adiciones de mucílago de nopal en 0%, 3%, 6% y 9%. Los resultados de la investigación mostraron que, a medida que aumenta la dosificación de mucílago de nopal, se observa incrementos en la resistencia a la compresión simple en 3.4 Kg/cm², 8.5 Kg/cm², 18.2 Kg/cm² y 25.9 Kg/cm² respectivamente; el CBR al 95% de la máxima densidad seca mostró valores de 3.6 %, 7.4%, 10.1% y 14.3% a medida que se incrementa la dosificación de mucílago de nopal respectivamente. Así también se observó un aumento en el óptimo contenido de humedad en 24.1%, 25.3%, 28.3% y 29.7%; y finalmente, presentó una disminución en la máxima densidad seca de 1.655 Tn/m³, 1600 Tn/m³, 1.581 Tn/m³ y 1.566 Tn/m³, conforme se iban adicionando los porcentajes de mucílago de nopal respectivamente. Finalmente, se concluye que se puede mejorar física y mecánicamente la subrasante con la adición óptima del 9% de mucílago de nopal con respecto al peso seco del suelo.

Palabras claves: Mejoramiento de suelos, mucílago de nopal, capacidad de soporte, resistencia a la compresión, subrasante.

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to determine the influence of the addition of Nopal mucilage in the improvement of the subgrade. The methodology used was quantitative, quasi-experimental design and explanatory scope. The population was made up of the subgrade of the Rosario-Sivia highway and the sample consisted of 4 test pits 1.5m deep at kilometers 14+750, 15+250, 16+500, 17+750.

For its development, the granulometry tests, consistency limits, modified Proctor, resistance to simple compression and CBR of the extracted samples were carried out, as well as control groups with additions of nopal mucilage at 0%, 3%, 6% and 9%. The results of the investigation showed that as the dosage of nopal mucilage increases, increases in the resistance to simple compression are observed in 3.4 Kg/cm², 8.5 Kg/cm², 18.2 Kg/cm² and 25.9 Kg/cm² respectively; the CBR at 95% of the maximum dry density showed values of 3.6%, 7.4%, 10.1% and 14.3% as the dosage of nopal mucilage is increased, respectively, thus an increase in the optimum moisture content was also observed in 24.1%, 25.3%, 28.3% and 29.7% and finally presented a decrease in the maximum dry density of 1,655 Tn/m³, 1600 Tn/m³, 1,581 Tn/m³ and 1,566 Tn/m³ as the percentages of mucilage of prickly pear respectively.

Finally, it is concluded that the subgrade can be physically and mechanically improved with the optimal addition of 9% nopal mucilage with respect to the dry weight of the soil.

Keywords: Soil improvement, prickly pear mucilage, bearing capacity, compressive strength, subgrade.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más comunes en el sector de la construcción de carreteras se manifiesta en los hundimientos e incluso en los rompimientos súbitos en la estructura. La atribución de esto sucede principalmente en suelos que presentan baja resistencia y alta permeabilidad al agua. Muchas veces se atribuyen estas deficiencias de las estructuras viales únicamente al entorno geológico de los suelos, soslayando que también existe una relación directa de aquellas con las propiedades naturales de los suelos. Los métodos usuales de mejora del suelo contemplan el reemplazo del suelo problemático por otro adecuado, solución que, sin embargo, por su alto costo ha creado la necesidad de buscar otras alternativas como la estabilización de suelos mediante aditivos naturales o sintetizados para mejorar las propiedades índices del sustrato. Hay varios métodos de refuerzo disponibles para estabilizar suelos problemáticos. En ese sentido, se entiende que ante esta problemática los profesionales que buscan desarrollar vías aptas en el mundo estén abocados en el desarrollo de proyectos de investigación para determinar el mejor método de adecuación del suelo.

En base a lo anterior, se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas de subrasantes de suelo arcilloso con la adición de mucílago de nopal en diferentes dosificaciones, basándose principalmente en el CBR y así, con estas mejoras, poder alcanzar el CBR mínimo por norma del MTC que indica que un suelo es apto para ser utilizado en subrasantes siempre y cuando sus valores sean mayores e iguales a 6%.

La investigación consta de 6 capítulos.

Capítulo I, consta del planteamiento y la formulación del problema, objetivos, justificación, hipótesis y variables.

Capítulo II, consta todo lo referente al marco teórico. Se realizó el planteamiento del marco teórico, donde inicialmente se identificó los antecedentes del estudio; en las bases teóricas se consideró los diferentes tipos de mejoramiento de suelos, así como un estudio de las características del mucílago de nopal.

Capítulo III, abarca la parte metodológica de la investigación. Se define el enfoque y el diseño de la investigación, así como la población, la muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo IV, aborda los resultados, la prueba de hipótesis y la discusión de resultados.

Seguidamente se proponen las conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, se muestra la última parte de la investigación con las referencias bibliográficas y los anexos respectivos.

La adición de aditivos naturales, como el mucílago de nopal en el mejoramiento de las subrasantes de suelos arcillosos en la actualidad no está claramente normada, por tanto es indispensable seguir investigando en esta rama de la infraestructura vial, en vista que en la ejecución de proyectos viales en la zona del VRAEM frecuentemente se presentan suelos arcillosos y de baja capacidad portante, situaciones en las cuales el ingeniero responsable tiene que aportar una propuesta adecuada, considerando no solamente el aspecto estructural, sino también el aspecto económico y temporal del proyecto.

En este sentido, la culminación del presente trabajo fue de gran satisfacción para el autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema y formulación del problema

Entre los problemas más comunes en el sector de la construcción de carreteras se manifiesta en las depresiones e incluso rompimientos súbitos en la infraestructura vial. Esto sucede principalmente en suelos que presentan baja resistencia y alta permeabilidad al agua. Muchas veces se atribuyen estas deficiencias de las estructuras viales únicamente al entorno geológico de los suelos, soslayando que también existe una relación directa de aquellas con las características naturales de los suelos (Ramos y Gómez, 2019). Los métodos usuales de mejora del suelo contemplan el reemplazo del suelo problemático por otro adecuado, solución que, sin embargo, por su alto costo ha creado la necesidad de buscar otras alternativas como la estabilización de suelos mediante aditivos naturales o sintetizados para mejorar las propiedades índices del sustrato. Hay varios métodos de refuerzo disponibles para estabilizar suelos problemáticos. En dicho sentido, se entiende que, ante esta problemática, los profesionales que buscan desarrollar vías aptas en el mundo estén abocados en el desarrollo de proyectos de investigación para determinar el mejor método de adecuación del suelo.

La ausencia de estudios sobre la incorporación de mucílago de nopal en la subrasante en la localidad de Rosario y Sivia (región de Ayacucho), impulsa la presente iniciativa académica con el fin de que proporcione el soporte técnico y científico para que este elemento natural se incorpore en la estabilización de los suelos. Además, se observa el comportamiento de esta unión en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, las cuales serán evaluadas en una

de las vías principales con un alto flujo de tránsito vehicular, cargas cíclicas, altas solicitaciones y sometidas a diferentes agentes climáticos. Estos agentes que ocasionan el rápido desgaste de la vía lo que requieren es un mejoramiento en sus propiedades, obteniendo así una solución económica y técnica más favorable.

La zona de estudio, la trocha carrozable Rosario-Sivia, en la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, presenta suelos con un alto índice de plasticidad, baja capacidad de soporte y altos niveles de permeabilidad. En esta zona existe una serie de fenómenos de inestabilidad, por lo cual necesita ser mejorada, ya sea con un aditivo natural y/o químico, o modificada con un material que cumpla los estándares establecidos por el MTC.

Los problemas más frecuentes en el lugar de estudio se presentan en dos momentos: En épocas de precipitaciones presentan problemas de expansión del suelo y en épocas de sequía presentan problemas de exceso de polvo, por lo que estas condiciones hacen que la vía en mención sea prácticamente intransitable, lo cual es un problema para los pobladores. Lo que se busca en este tipo de suelos con baja capacidad de soporte (CBR), es emplear metodologías de mejora con aditivos naturales, a partir de esto se establece la premisa de utilizar y conocer el efecto del mucílago de nopal en el mejoramiento de suelos en la subrasante de la trocha carrozable Rosario-Sivia. Con el siguiente estudio se pretende mejorar las características de soporte y resistencia de la subrasante con el fin de pavimentar esta misma vía.

Castro (2019) sostiene que uno de las dificultades más comunes en esta área, peculiarmente para la construcción de carreteras, se debe a que los suelos de la zona son cohesivos, realidad que crea un gran desafío para los ingenieros que buscan desarrollar vías aptas en el mundo. Asimismo, Firoozi (2017) indica que esta problemática de adecuación de los suelos, que se presenta a nivel mundial, utiliza métodos de mejora del suelo que se centra en reemplazar el suelo inestable sustituyéndolo por un suelo apto. No obstante, el alto costo que implica esta práctica ha creado la necesidad de buscar otras alternativas. También Esmeil (2012) manifiesta que el “refuerzo del suelo es un procedimiento en el que se utilizan aditivos naturales o sintetizados para mejorar las propiedades índices del sustrato. Hay varios métodos de refuerzo disponibles para estabilizar suelos problemáticos”.

Al respecto, Baca y Boya (2019) concluyen en su artículo que el mucílago de nopal efectivamente modifica el comportamiento físico de las mezclas de tierra utilizadas para revoques. Por su parte, García (2017) en su investigación para analizar los agregados naturales que, combinados con el suelo, mejoran las propiedades de permeabilidad y mecánicas del adobe, encontró que el suelo utilizado para la elaboración de las muestras manejadas en este trabajo fue, de acuerdo a la clasificación del SUCS, del tipo CL, lo cual indica que es un suelo con arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, haciéndolo apto para la elaboración de adobes. En tanto, Mendizabal (2018) en su trabajo de investigación donde determina los efectos en la subrasante por la adición del mucílago de penca de tuna para la estabilización del suelo, concluye que la adición en el suelo de mucílago de penca de tuna en distintas dosificaciones estabiliza el suelo arcilloso en la zona del estudio, por lo tanto, el suelo es aceptable para ser utilizado como subrasante, según el Manual de Carreteras.

Huamán y Reaño (2021) en su tesis evalúan en qué medida la adición de “mucílago de cactus San Pedro *Echinopsis pachanoi*”, estabiliza los suelos para subrasante, caso de la carretera Huilcarpay, y concluyen que al adicionar mucílago de cactus San Pedro *Echinopsis pachanoi* a mayor porcentaje mejoran las propiedades físicas y mecánicas de dicha vía. Por lo tanto, el suelo es favorable para utilizarse como subrasante de carretera según el MTC.

El estudio de la realidad problemática del suelo local parte del enunciado interrogativo: ¿De qué manera influye la adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022? Y continúa con la determinación, en primer término, de la variable independiente, el mucílago del Nopal, cuya cantidad mezclada como aditivo al suelo busca el mejoramiento de éste; y, en segundo término, de la variable dependiente, el mejoramiento de la subrasante. De esta manera, se plantearán combinaciones de porcentajes de mucílago de nopal con suelos de subrasantes arcillosas y con características deficientes. Esto con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas. La presente investigación basa su justificación en que sus resultados pretenden constituirse como una contribución significativa en la conservación de las carreteras, identificando el porcentaje óptimo de adiciones de mucílago de nopal para el mejoramiento de las subrasantes y, en

consecuencia, reduciendo los costos de mantenimiento, lo que garantizará el buen soporte de futuras pavimentaciones, mejorando así los niveles de servicio.

1.1.1. Problema general

¿De qué manera influye la adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye la adición de mucílago de nopal en las características físicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia?
- ¿Cómo influye la adición de mucílago de nopal en las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia?
- ¿Cuál el porcentaje de dosis óptima de adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar en qué medida influye la adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia del mucílago de nopal en las características físicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.
- Determinar la influencia del mucílago de nopal en las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.
- Determinar la dosis óptima de adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación

Desde un punto de vista teórico se justifica la adición de mucílago de nopal en la subrasante, ya que, al cuantificar los resultados de las pruebas de límites de consistencia, densidad, Proctor y CBR, se proporcionará conocimientos sobre los cambios que se producen en las características físico-mecánicas de la subrasante. De igual manera, se justifica prácticamente, ya que contribuirá en analizar el resultado que tiene la adición de mucílago de nopal en las propiedades de la subrasante para el cumplimiento de la normatividad vigente del MTC en la carretera Rosario-Sivia, debido a que en esta zona hay un alto tránsito de flujo vehicular. Así también se justifica metodológicamente, ya que este estudio se llevará a cabo con la finalidad de aportar significativamente en la conservación de las carreteras, proponiendo un porcentaje óptimo de adiciones de mucílago de nopal para el mejoramiento de las subrasantes. Finalmente, se justifica socialmente ya que la construcción de vías es muy importante para la eficiencia productiva y competitividad de las actividades económicas locales. En el distrito de Rosario y Sivia existen suelos con alto contenido arcilla.

1.3.2. Importancia

El presente estudio se realizará con el fin de hacer un aporte sustancial a la conservación y mantenimiento de las carreteras, planteando una dosificación óptimo de adiciones de mucílago de nopal para la estabilización de las subrasantes. De esta manera, se busca reducir el deterioro y reducir los costos de mantenimiento.

1.4. Formulación de la hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La adición de mucílago de nopal mejora significativamente la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La adición de mucílago de nopal aumenta significativamente el óptimo contenido de humedad y disminuye significativamente la máxima densidad seca de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.
- La adición de mucílago de nopal aumenta significativamente las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.
- El porcentaje óptimo de adición de mucílago de nopal no será mayor a 9% para el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.

1.5. Variables

1.5.1. Variable independiente

V1: Mucílago de nopal

Descripción: Es la cantidad de mucílago de nopal que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo.

1.5.2. Variable dependiente

V2: Mejoramiento de la subrasante

Descripción: Se plantearán combinaciones de porcentajes de mucílago de nopal con suelos de subrasantes arcillosas con características deficientes, cuya la finalidad será mejorar sus propiedades mecánicas.

1.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V1 Mucílago de Nopal	Conocida como hidrocoloide, está constituida por carbohidratos de alto peso molecular. Dicho mucílago contiene principalmente dos polímeros naturales orgánicos: amilasa y amilopectina. (Orozco, 2017)	Es la cantidad de mucílago de nopal que, mezclado con el suelo como aditivo, busca el mejoramiento del mismo.	Dosificación de adición de mucílago de nopal	3%, 6% y 9% en peso en Kg. con respecto a peso seco del suelo respectivamente.
V2 Mejoramiento de subrasante	Es la mejora integral de las propiedades geomecánicas del suelo natural, de tal manera que se obtenga un suelo que cumpla los requisitos necesarios en la construcción de carreteras.	Se planteará combinaciones de porcentajes de mucílago de nopal con suelos de subrasantes arcillosas con características deficientes, con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas.	Características físicas	Granulometría
			Características mecánicas	Límites de consistencia Compactación del suelo (Máxima densidad seca y Óptimo contenido de humedad) Resistencia a la compresión (kg/cm ²) Capacidad de soporte (CBR %)

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Kulshreshtha et al. (2022), en su artículo, establecieron como principal objetivo analizar los estabilizadores biológicos en la construcción con tierra. La metodología aplicada fue experimental y en su desarrollo incluye una amplia gama de estabilizadores biológicos tradicionales e industriales derivados de animales (estiércol de vaca, caseína, quitosano), plantas (almidón, goma guar, mucílago de cactus, lignina, tanino), algas marinas (alginato, agar, carragenina) y microbios (goma xantana, goma gellan).

Se propone un modelo conceptual del ingreso de agua en bloques de tierra no estabilizados y se analiza la respuesta del estabilizador biológico al ingreso de agua y los factores fisicoquímicos y físicos relacionados, utilizando el modelo a microescala (interacción del estabilizador con arcilla, arena) y macroescala (conductividad hidráulica). Los resultados de la investigación mostraron que la estabilización con mucílago de nopal ha demostrado hasta 25 veces de mejora en la resistencia al agua durante la prueba de humectación y secado. Finalmente, llegaron a la conclusión que el mucílago de nopal, efectivamente, modifica el comportamiento físico de las mezclas de tierra utilizadas en la construcción con tierra, lo vuelve más impermeable al suelo. Esta investigación nos servirá como guía para seguir la metodología empleada por dicho autor y plasmarla en nuestro proyecto.

Gallipoli et al. (2022), en su artículo, establecieron como principal objetivo analizar el impacto potencial de seis agentes ambientales (agua, hielo, viento, fuego, radiación solar y ataque químico) en la estabilidad a largo plazo de los edificios de tierra junto con algunas de las técnicas más comunes para medir y mejorar la durabilidad de los materiales. La metodología aplicada fue experimental y en su desarrollo incluye una amplia gama de estabilizadores ambientales. Los resultados mostraron que la degradación química puede ser severa tanto en la tierra estabilizada (debido a la disolución de los enlaces intergranulares), como en la tierra reforzada con acero (debido a la corrosión de las barras de refuerzo). No existe un protocolo estándar internacional para medir la durabilidad de los materiales terrestres, que actualmente se evalúan mediante múltiples procedimientos experimentales según el agente ambiental que se considere. Finalmente, llegaron a la conclusión que los estándares de prueba pueden diseñarse en el futuro diferenciando entre los protocolos de meteorización, los cuales reproducen el efecto de cada agente en la muestra de tierra; y los protocolos de durabilidad, que adoptan un procedimiento experimental único para medir una propiedad de un material dado, independientemente del historial de meteorización.

Baca y Boya (2019), en su artículo, establecieron como principal objetivo determinar las características físicas y mecánicas de los pañetes de tierra estabilizada con nopal. La metodología aplicada fue experimental y en su desarrollo se realizó una comparación minuciosa de las características físicas y mecánicas del suelo al que se le había adicionado mucílago de nopal. Para designar el rendimiento de las propiedades físicas y mecánicas del material compuesto, se ejecutaron diversas pruebas con el único propósito de determinar las características de dicho material. Los resultados de la investigación mostraron un incremento notable en la plasticidad y adherencia de las mezclas, una ralentización del secado que mejora la uniformidad de las superficies, un ahorro en el volumen de agua para mezclado y un retraso en el tiempo de absorción hídrica por capilaridad cercano al 300%. Finalmente, llegaron a la conclusión que el mucílago de nopal, efectivamente, modifica el comportamiento físico de las mezclas de tierra utilizadas para revoques. El hecho de que la longitud de las fracciones en las que se rompen las barras que fueron probadas haya pasado de 5,8cm a 7,1cm se vincula con un incremento en la cohesividad de las mezclas del orden del 22,4%. Este dato, lógicamente,

constituye un mejoramiento en su proceso de mezclado, aplicación, secado y permanencia en los muros. Esta investigación nos servirá como guía para seguir la metodología empleada por dicho autor y plasmarla en el presente proyecto.

García (2017), en su investigación, establece como objetivo general analizar agregados naturales para que, en combinación con el suelo, mejoren las propiedades de permeabilidad y mecánicas del adobe, determinando el material adecuado a adicionar y su proporción correcta. La metodología empleada fue de diseño experimental. Durante su desarrollo, en una primera fase, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión y degradación en agua en muestras obtenidas en cubos de 5 cm. de suelo solo y de suelo combinado con jugo de hoja de plátano, hoja de plátano, engrudo de trigo, resina de pino, excremento de burro, excremento de burro y resina de pino; realizándose un análisis de la varianza a los resultados obtenidos de los ensayos de compresión en cubos. En una segunda fase, se efectuaron pruebas de permeabilidad, de resistencia a la compresión y flexión en adobes con dimensiones de 30 cm x 22 cm x 10 cm y de 15 cm x 22 cm x 10 cm. A los valores obtenidos en la resistencia a la compresión y flexión en adobes se les realizó un análisis de la varianza. En la primera fase del trabajo, las muestras que tardaron mayor tiempo en desintegrarse en agua y que tuvieron mayor resistencia a la compresión fueron las de suelo con 15% de resina de pino y las de 15% de resina de pino con excremento de burro. El análisis de la varianza en cubos mostró que el ajuste fue óptimo. En la segunda fase, los adobes hechos con suelo y 15% de resina terminaron fracturándose, por lo que sólo a los adobes con suelo + excremento de burro y a los adobes de suelo + excremento de burro + 15% de resina de pino se les realizaron pruebas de permeabilidad, de resistencia a la compresión y de resistencia a flexión. Los resultados obtenidos en las pruebas de los adobes ensayados indicaron que la impermeabilidad del adobe con estiércol y resina de pino aumentó (absorción de agua: 18.95%), incluyendo su resistencia a compresión (5.88 MPa), mientras que su resistencia a flexión se mantuvo casi igual a la presentada en los adobes sin resina (0.838 MPa y 0.840 MPa respectivamente). A su vez, los resultados fueron más altos a los planteados por la norma N-CMT-2-01-001 para los bloques de calidad E (24 % de absorción de agua y resistencia a compresión de 2 MPa). Finalmente, con base en el análisis y en los resultados obtenidos en el trabajo expuesto, se puede concluir que el suelo utilizado para la elaboración de

las muestras manejadas en este proyecto fueron, de acuerdo a la clasificación del SUCS, del tipo CL, lo cual indica que es un suelo con arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, haciéndolo apto para la elaboración de adobes. La muestra de suelo estudiada presentó un 49% de finos en su composición. Con respecto a esta investigación se utilizará la forma de plantear los resultados, ya que considero que se presenta de una forma objetiva y clara.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Velarde (2021) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar el mejoramiento de la resistencia del adobe estabilizado con mucílago de cactus para efectos de lluvias (Lambayeque). La metodología empleada fue de tipo básica, con un diseño experimental. Los resultados señalaron que la incorporación de mucílago de cactus al 3% ha generado un aporte significativo en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de adobe, debido a que se contó con una mejora del 21.78% para el caso de la carga admisible y una mejora del 166.67% para el caso de la lluvia simulada, en donde ello se vio complementado con una mejora del 100.00% para el caso de la resistencia a la inundación simulada. Finalmente, como conclusión llegó a que, dentro de las propiedades fisicoquímicas más representativas evidenciadas para el caso del mucílago de cactus, se halló un valor de PH de 4.4, la presencia de sales de NaCl y CaO, en donde la densidad de líquidos fue de 1.113 gr/ml y la viscosidad fue de 2.75 dl/gr. Con respecto a esta investigación se utilizará la forma de plantear los resultados, ya que considero que se presenta de una forma objetiva y clara.

Sanchez (2021), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar el efecto del mucílago de tuna en las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con un diseño experimental. Para su desarrollo se procedió al mezclado de muestras de suelo con mucílago de tuna, en las proporciones de 0%, 1.5%, 3%, y 4.5%. Asimismo, se realizaron ensayos de clasificación de suelos, límites de atterberg, granulometría, contenido de humedad y ensayos especiales de compactación Proctor Modificado y CBR. Los resultados reflejaron que en adiciones de mucílago de nopal del 5% y 55% logran un incremento de 2.70 kg/cm² y 8.83 kg/cm², respectivamente con respecto a la resistencia a la compresión del suelo patrón de 19.50 kg/cm².

Finalmente, como conclusión, el mucílago de nopal sí aporta en la mejora de las características mecánicas de la subrasante, reafirmando también la segunda hipótesis específica. Con respecto a esta investigación, se utilizará la forma de plantear los resultados, ya que considero que se presenta de una forma objetiva y clara.

Castromonte (2021), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo principal analizar si la incorporación del mucílago de nopal mejorará las características mecánicas y físicas del adobe prensado en el distrito de Chacas. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con un diseño experimental. Para su desarrollo se procedió al mezclado de muestras de suelo con mucílago de nopal, en las proporciones de 0%, 1.5%, 3%, y 4.5%. Asimismo, se realizaron ensayos de clasificación de suelos, absorción y resistencia a la compresión simple. Los resultados que se consiguieron en el análisis y la interpolación reflejaron que en adiciones de mucílago de nopal del 5% y 55%, logran un incremento de 2.70 kg/cm² y 8.83 kg/cm² respectivamente con respecto a la resistencia del adobe patrón de 19.50 kg/cm². Finalmente, como conclusión que el aditivo natural mejora significativamente en relación a un adobe patrón, incluso superando parámetros mínimos establecidos en normas como la E 0.80, que considera una resistencia a la compresión mínima de 10.2 kg/cm², así también como parámetros físicos en cuanto a la succión y absorción donde se determinó que, en porcentajes mayores que oscilan entre 30% y 55%, las mejoras de estas características aumentan considerablemente.

Mendizabal (2018), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar los efectos en la subrasante por la adición del mucílago de penca de tuna para la estabilización del suelo. La metodología empleada fue de tipo aplicada, alcance descriptivo – explicativo y diseño experimental. La población es el jirón La Unión del distrito de Chilca, provincia de Huancayo, conformado por once cuadradas. La muestra no probabilística abarca a las cuadradas 10 y 11 del jirón La Unión. Los resultados de la investigación mostraron que con la adición de mucílago de penca de tuna en el suelo del jirón La Unión, en sus distintas dosificaciones los efectos que se pueden evidenciar son: el incremento del límite líquido, incremento en el valor del límite plástico, disminución del índice de plasticidad y disminución de la expansión. Asimismo, aumento del CBR, obteniendo valores por encima del 6%, lo que según el Manual de Carreteras hace que los valores de CBR obtenidos hagan apto el suelo para

ser utilizado como subrasante. Finalmente, como conclusión llegó a que la adición de mucílago de penca de tuna en el suelo en sus distintas dosificaciones estabiliza el suelo arcilloso en el jirón La Unión, por lo tanto, el suelo es aceptable para ser utilizado como subrasante, según el Manual de Carreteras. Con respecto a esta investigación, se utilizará la forma de plantear los resultados, ya que considero que se presenta de una forma objetiva y clara.

Huamán y Reaño (2021), en su tesis tuvieron como principal objetivo evaluar en qué medida la adición de mucílago de cactus San Pedro (conocido científicamente como *Echinopsis pachanoi*) estabiliza los suelos para subrasante en el caso “carretera Huilcarpay”. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo de tipo aplicada con un alcance explicativo y diseño experimental. La población de la carretera Huilcarpay es de 2.3 kilómetros, luego se obtuvo una muestra de 02 calicatas y un muestreo de 04 diseños obtenidos al adicionar mucílago de cactus San Pedro (*Echinopsis pachanoi*) al 0%, 30%, 60% y 90%. Los resultados de la investigación fueron: la máxima densidad seca, obtenida al suelo natural 0% de mucílago fue de 1.55gr/cm³ y al adicionar mucílago de cactus San Pedro en sus diferentes porcentajes, se obtuvieron resultados no favorables donde al 30%, 1.47gr/cm³; al 60%, 1.54%; y al 90%, 1.45%. Respecto a los límites de consistencia se obtuvieron resultados favorables en sus tres porcentajes con respecto al diseño de la muestra natural, donde el índice de plasticidad al 0% de mucílago es de 36.05%, y al adicionar mucílago de cactus San Pedro se obtuvieron los siguientes valores al 30%, IP 27.84%; al 60%, IP 28.84%; y al 90% un IP 30.87%. Los resultados obtenidos del CBR fueron favorables en sus distintas dosificaciones, donde el CBR del suelo natural al 0% de mucílago de cactus San Pedro es de 2.18%, lo cual, según el MTC, es un suelo inadecuado para una subrasante de carretera; y al adicionar mucílago en un 30%, 3.98%; al 60%, 4.84% según el MTC, estos valores son insuficientes para una subrasante; y al adicionar un 90% de mucílago de cactus San Pedro se obtiene el mejor valor, que es de 7.89%, donde según el MTC considera como una subrasante regular. Finalmente, concluyeron que al adicionar mucílago de cactus San Pedro (*Echinopsis pachanoi*) a mayor porcentaje, éstas mejoran las propiedades físicas y mecánicas de la carretera Huilcarpay, por lo tanto, el suelo es favorable para ser utilizado como subrasante de carretera, según el MTC. Esta investigación nos servirá como guía metodológica, ya que consideramos que es clara y concisa, y se adapta a nuestros propósitos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El suelo

Debido a que es una mezcla compleja de diversos minerales meteorizados y materia orgánica descompostada, el suelo existe como una fina capa en la superficie de la tierra, donde alberga enormes cantidades de agua y aire que las plantas y otros organismos necesitan para su supervivencia. (Calderón, 2013).

Según la ingeniería civil, el suelo es un material no consolidado formado por una variedad de tipos diferentes de partículas, como partículas líquidas, sólidas y en vacío. (Budhu, 2010).

2.2.1.1. Mejoramiento de suelos

Un enfoque que utiliza una combinación de métodos físicos y químicos para mejorar la calidad de una muestra de suelo y maximizar su utilidad. La estabilización es el estado de firmeza de una plataforma, en la cual hace uso de diversos métodos para mejorar el estado actual de las condiciones (Afrin, 2017).

Mejoramiento de suelos es el estado del suelo en que se incorporan varios componentes para modificar sus propiedades y mejorar sus condiciones. Asimismo, se puede indicar que la estabilización del suelo refleja un procedimiento en el cual se realiza una cementación y la adhesión de diversos componentes químicos y/o naturales, con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo (Winterkorn, 2015). También se indica que entre las ventajas de obtener una estabilización del suelo está el hecho de que permite una mayor resistencia de la cimentación, reduce su nivel de plasticidad y/o hinchamiento (Santosh, 2015).

Según Hall, Hajim y Keikhaei (2014), las ventajas y desventajas cuando se toma la decisión de mejorar el suelo son:

- El proceso de construcción puede acelerarse porque el grosor de la pared requerido suele ser mucho más pequeño, requiriendo menos material y mano de obra en general.
- Un aumento medible de la resistencia y la durabilidad a largo plazo, especialmente en zonas donde la calidad del suelo es mala.

- Los costosos tratamientos o representaciones superficiales pueden reducirse o incluso desaparecer con esta tecnología.
- Los costes de los materiales aumentan, ya que el suelo es gratuito o barato y el cemento es relativamente caro.
- Los materiales de estabilización pueden ser difíciles de conseguir o caros de transportar en algunas zonas.

2.2.1.1.1. Factores que intervienen para seleccionar un proceso de mejoramiento de suelo

En la elección de un mecanismo de mejoramiento con fines de usarse en una cimentación los profesionales ingenieros tienen en cuenta los siguientes puntos:

Costo bajo: La estabilización del suelo debe ser más barata que los materiales de alta calidad y siempre debe transportarse. Como ejemplo, se utiliza el material del lugar donde se construyó. Se mejora mediante el proceso de estabilización, que evita los gastos de envío. (Leal 2012).

La resistencia: El suelo estable debe tener una mayor resistencia en comparación con la resistencia original del suelo antes de que se estabilice. Los materiales estables con estabilidad mejorada y propiedades de estabilidad son, por lo tanto, adecuados para su uso en proyectos y los suelos estabilizadores mejoran su capacidad como soportes.

La durabilidad: Todos los procesos en los que se estabiliza se consideran resistencias, cuya condición se ha establecido, permitiendo que el material se mantenga sin dejar margen al deterioro a pesar de los factores ambientales influyentes (Leal, 2012).

2.2.1.1.2. Tipos de mejoramiento de suelos.

Es posible si se aplica de forma económica y eficaz de acuerdo con diversas técnicas de estabilización, y se puede entender y determinar claramente con respecto a las restricciones y sus efectos potenciales sobre la variedad de fármacos y estabilizadores. (Leal, 2012).

De esta manera, tenemos tres grupos principales de estabilización:

Mejoramiento de suelos Físico – Mecánico.

Específicamente se refiere a la distribución regular de partículas en una mezcla por todo el suelo. Esto permite la estabilización de la compresión, incluida la compresión con suficiente humedad. Se obtiene mediante cambios obvios o reales en la distribución del tamaño de partícula. Las mejoras de material o terreno, agregadas por otro material proveniente de una ubicación seleccionada, son los conceptos seleccionados en la estabilización anterior: plasticidad, distribución del tamaño de partículas, fricción interna o colapso y aglomeración de partículas. La forma en que se combinan estos elementos depende del propósito que se persiga en cada caso. (Leal, 2012).

Mejoramiento de suelos Físico – Químico.

Todos los requisitos para cambiar el análisis del suelo deben cumplirse utilizando los efectos químicos de una combinación de aditivos específicos como cemento, asfalto y calles. Se utilizan materiales con propiedades puramente químicas para lograr el efecto deseado, y la estabilidad requerida se produce por la reacción química entre la sustancia estabilizadora y el suelo, incluidos los cambios debidos a la estabilización de la sustancia (Leal, 2012).

Los mejoramientos químicos pueden ser:

- Mejoramiento suelo-asfalto.
- Mejoramiento suelo-cemento.
- Mejoramiento suelo-cal.

Mejoramiento de suelos Térmico – Eléctrico.

Son tan costosos que no son muy factibles, y no es posible especificar productos adicionales, especialmente porque simplemente se realizan mediante ciertos tratamientos eléctricos y térmicos.

Todos los suelos expuestos a cargas tienden a reaccionar de acuerdo con la cohesión, la fricción interna, la inteligibilidad, la plasticidad y, en última instancia, la capilaridad.

Los dos primeros (cohesión y fricción interna) básicamente ayudan a resistir fracturas y desplazamientos. Ambos generalmente se ven afectados por la cantidad de vacíos y la cantidad de agua que contienen, ya que los suelos con demasiados vacíos significan pérdida de estabilidad. Esta técnica contribuye a la fricción interna, cohesión, plasticidad, inteligibilidad o retención, o cambio favorable de capilaridad del suelo, conocida como estabilización en todos los tipos de suelo en los que existe tal proceso. (Leal, 2012).

2.2.2. Subrasantes

Es la superficie del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno del suelo natural, que resiste la estructura de la vía. Estos suelos seleccionados están conformados por propiedades favorables y compactadas por 13 capas para constituir una superficie estable en perfecto estado, de tal forma que esta no se vea dañada por la carga de diseño que ejerce la carga vehicular. (MTC, 2014, p. 24).

De esta capa depende el espesor de los pavimentos y para su evaluación se emplea la capacidad de soporte. También es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en la resistencia como en las variaciones de volumen, los suelos expansivos pueden generar daños en las estructuras apoyadas en éstos, por ello se debe impedir variaciones estabilizando el suelo con algún tipo de aditivo. (Montejo, 2002).

2.2.2.1. Características físicas

2.2.2.1.1. Clasificación de suelos.

Como resultado de nuestra ingeniería, hemos creado nuevas formas de clasificarlos, y cada uno de estos métodos tiene prácticamente su propio conjunto de usos y fundamentos. Los sistemas de clasificación del suelo en uso actual incluyen los siguientes:

- American Association of State Highway and Transportation officials–AASHTO
- Sistema Único de Clasificación de Suelos – SUCS
- Por el tamaño de las partículas.

Clasificación según AASHTO

Según esta clasificación, aparte de su comportamiento clasifica a los suelos en ocho categorías y se designan mediante símbolos desde el A -1 hasta el A- 8. Dichos sistemas para clasificar nuestra superficie terrestre inorgánicos se subdividen en siete categorías que van desde el A -1 hasta el A -7, los que a su vez se subdividen hasta en un total de doce subcategorías. En el caso del suelo con proporción mayor a la materia orgánica han sido clasificados como A - 8.

Tabla 2: Clasificación de suelos – Material granular, según AASHTO

Clasificación general	Material Granular (35% o menos del total pasa No.200)						
	A -1		A - 3	A - 2			
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)							
No. 10	50 max.						
No. 40	30 max.	50 máx.	51 min.				
No. 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
Características de la fracción que pasa No.40							
Limite liquido				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Fragmentos pétreos, grava, y arena		Arena fina	Limos o gravas arcillosas y arena			
Valoración general del subgrupo	Excelente a bueno						

Fuente: Tomado de *Principles of Geotechnical Engineering, Braja, 1998.*

Tabla 3: Clasificación de suelos – Material limo-arcilloso, según AASHTO

Clasificación general	Material limo- arcilloso (más del 35% del total pasa No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo de clasificación				A-7-5 (a) A-7-6 (b)
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa No. 40				
Límite líquido	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Índice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valoración general del subgrupo	Regular a pobre			
(a) Para A-7-5, $IP < LL - 30$				
(b) Para A-7-6, $IP > LL - 30$				

Fuente: Tomado de *Principles of Geotechnical Engineering*, Braja, 1998.

Hay varios tipos de suelos en la corteza terrestre que se comportan de forma similar, y estos suelos se clasifican y se les da un índice para representarlos. El valor de plasticidad y la finura general de un suelo se utilizan para clasificarlos cuando se pasa por una red (# 200). Los porcentajes de los diferentes tipos de terrenos granular oscilan entre cero y cuatro; en el caso de los suelos de arcilla oscilan entre ocho y doce, y en los suelos de limos oscilan entre diez y veinte o incluso más.

Clasificación según S.U.C.S

Según Crespo (1999), “Arthur Casagrande presentó este sistema como una modificación y adaptación más amplia del sistema de clasificación de aeropuertos que propuso en 1942”. (p. 88).

Tabla 4: Clasificación de suelos – Sistema unificado de Clasificación de Suelos SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE CASAGRANDE.					
SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	COMPORTAMIENTO GENERAL COMO PLANO DE FUNDACIONES	CONDICIONES DE DRENAJE	COMPRESIBILIDAD	CONDICIONES DE COMPACTACIÓN
GW	Gravas y mezclas de arena bien graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
GP	Gravas y mezclas de arenas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Muy permeable	Casi nula	Buena a Excelente
GM	Gravas limosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas	Bueno	Semi permeables a impermeables	Casi nula	Buena
GC	Gravas arcillosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas	Bueno a regular	Impermeables	Muy baja	Buena
SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos limos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Bueno	Semi permeable a impermeable	Casi nula	Buena a regular
SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas	Bueno	Semi permeable a impermeable	Baja	Regular
SE	Arenas arcillosas y mezclas de arenas y limos mal graduados	Bueno a Regular	Impermeable	Baja	Buena
ML	Limos inorgánicos y arena muy finas, arenas finas limosas y arcillas de baja plasticidad	Regular	Semi permeable a impermeable	Baja a media	Regular
CL	Arcillas de baja a media plasticidad, arcillas arenosas arcillas limosas	Regular a malo	Impermeable	Media	Buena a regular
OL	Limos orgánicos y mezclas de arcillas y limos orgánicos de baja plasticidad	Malo a muy malo	Semi permeable a impermeable	Media alta	Regular a muy mala
MH	Suelos limosos y con arena fina micácea o de diatomeas suelos limosos	Malo	Semi permeable a impermeable	Alta	Mala a muy mala
CH	Arenas inorgánicos de alta plasticidad	Malo a muy malo	Impermeable	Alta	Mala
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad	Muy malo	Impermeable	Alta	Mala a muy mala

Fuente: Tomado de Crespo, 1999

Clasificación según tamaño de partículas

Crespo (1999) planteó lo siguiente: “la prueba de granulometría del sedimento se utiliza en el diagrama de clasificación triangular del suelo usado en la Comisión del Río Misisipi y se obtiene la siguiente clasificación del suelo”. (p. 87).

Tabla 5: Clasificación de suelos por tamaño de partículas.

TIPOS DE SUELOS	PREFIJOS	SUBGRUPOS	SUFIJOS
GRAVA	G	BIEN GRADADO	W
ARENA	S	POBREMENTE GRADADO	P
LIMO	M	LIMOSO	M
ARCILLA	C	ARCILLOSO	C
ORGÁNICO	O	ALTA PLASTICIDAD	L
TURBA	Pt	BAJA PLASTICIDAD	H

Fuente: Tomado de Crespo, 1999

2.2.2.1.2. Límites de consistencia.

El científico sueco Albert Atterberg (1911) estableció siete límites para los suelos; tres de los cuales siguen siendo de uso generalizado hoy en día: el límite de líquido (LL), el límite de plástico (LP) y el límite de contracción (LC).

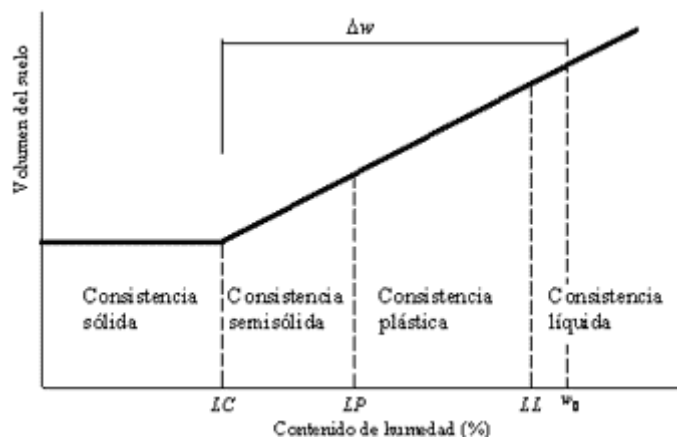


Figura 1: Límites de consistencia

Fuente: Tomado del Libro de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja M. (2006)

Atterberg estableció una definición para el límite líquido como el contenido de humedad de un suelo que pasa del estado plástico al líquido, y determinó que dicho contenido de humedad coincidía con el que tenía una muestra de suelo colocada en una cápsula de porcelana de 10 o 12 cm de diámetro, cuando una ranura hecha en la misma se cerraba al golpear la cápsula 25 veces contra la palma de la mano.

En 1932, el ingeniero civil austriaco Arthur Casagrande se dio cuenta de que por la manera de realizar el ensayo se tendrían resultados variables según el operador, siendo así que decidió estandarizar el método diseñando un equipo en forma de cuchara de bronce donde se coloca la muestra de suelo, se le hace una abertura con un acanalador normalizado y el límite líquido se define como el contenido de humedad a la que la abertura se cierra en una longitud de 13 mm al ser golpeada la cuchara 25 veces desde una altura de 1 cm sobre una base dura. (Rabat, 2016).

2.2.2.2. Características mecánicas

2.2.2.2.1. Compactación de suelos (*Proctor modificado*)

Se entiende como compactación, al proceso mediante el cual se obtiene la reducción de vacíos, la conformación del sistema de partículas a la fase sólida y fluida, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).

Según Juárez y Rico (2005), el mejoramiento de propiedades a través de herramientas mecánicas, se define compactación.

Proctor (1933) inició el camino del ensayo de compactación a través de la relación densidad y contenido de humedad. Este ensayo permite obtener una referencia de densidad en campo, según Escario (1989).

Curvas de compactación

Los ensayos en laboratorio para obtener resultados de compactación, serán según el tipo de suelo evaluado. Las curvas de compactación son resultados del porcentaje del contenido de humedad, en el eje abscisas, y la densidad seca, en el eje de ordenadas, hallados en los ensayos, según Pérez (2014).

En la figura 2 se observa que cuando aumenta el contenido de humedad, se incrementa igualmente el peso específico seco y llega a un punto donde decrece. En el punto que decrece, el peso específico seco es el máximo (d_{max}), el eje de la abscisa, en este punto, señala el contenido óptimo de humedad (%), según Escario (1989).

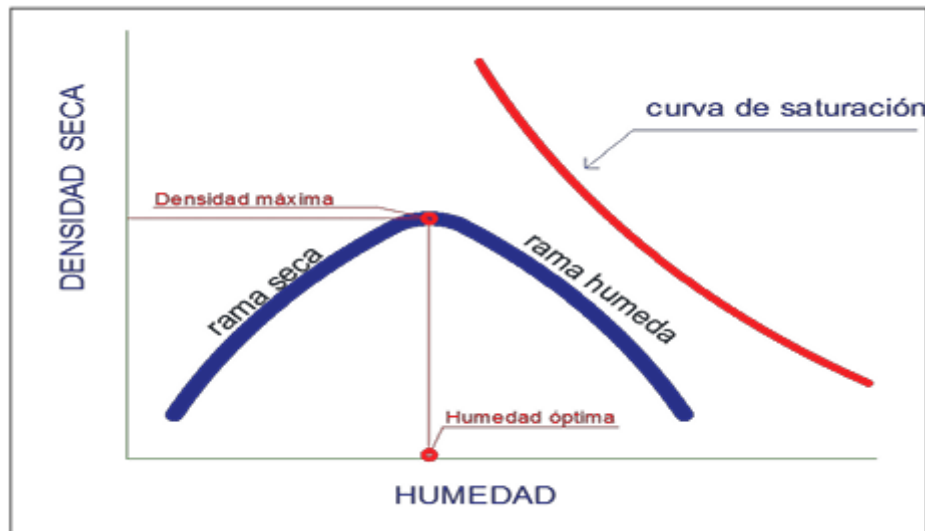


Figura 2: Curva de Proctor

Fuente: Tomado de Parrano, 2012

Densidad seca máxima y humedad óptima

Según Escobar (2007), la reducción de porosidad e incremento de humedad, producen un estado límite para formar una red continua de agua. El contenido de humedad comenzará a tener continuidad y cerrará los poros interconectados. Consecuencia del aire encerrado es la formación de burbujas aisladas, retenidas en cada poro, no se logra mayor densificación para igual trabajo mecánico. En este estado, las variaciones de propiedades serán en función del aire ocluido. Su presencia implica que el suelo permeabilizado reduzca los vacíos, por ello las burbujas se drenarán junto al agua.

2.2.2.2. Resistencia a la compresión

Esta propiedad es la más utilizada por las normas y especificaciones que refieren al suelo cemento para diseño de mezclas y control de calidad. Su valor es un indicador del grado de reacción de la mezcla entre suelo, cemento y el agua, y del nivel de endurecimiento. La resistencia a compresión no confinada se obtiene mediante un ensayo simple en relación al ensayo necesario para la determinación de otros parámetros, como por ejemplo la rigidez o la resistencia a flexión. Es por eso que resulta muy útil conocer la relación entre este parámetro y el resto, de modo de usarla para medir indirectamente otras propiedades. (Serigos, 2009).

2.2.2.3. Capacidad de soporte

La capacidad de soporte o CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1” o 0.2” de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar. También se dice que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado, sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

Ensayo CBR

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. La ASTM denomina a este ensayo simplemente como “Relación de soporte” y está normado con el número ASTM D 1883-73. Este método fue propuesto en 1929 por los ingenieros T. E. Stanton y O. J. Porter, del departamento de carreteras de California. Desde esa fecha, tanto en Europa como en América, el método CBR se ha generalizado y es una forma de clasificación de un suelo para ser utilizado como subrasante o material de base en la construcción de carreteras. Se aplica para la evaluación de la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de subbases y bases granulares, que contengan solamente una pequeña

cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 mm, y que es retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que la fracción no exceda del 20%.

Definición del número CBR

El número CBR (o simplemente CBR) se obtiene de la relación de la carga unitaria (lbs/pulg².) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (19.4 cm²) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón (lbs/pulg².) requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado.

Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para un suelo específico, determinado utilizando el ensayo de compactación estándar, o modificado del experimento.

Esta relación se expresa en porcentaje: %

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo del suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo del suelo patrón}} \times 100$$

Tabla 6: Tabla de clasificación y uso del suelo según el valor de CBR.

CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub-rasante
5 - 8	Mala	Sub-rasante
8 - 20	Regular - Buena	Sub-rasante
20 - 30	Excelente	Sub-rasante
30 - 60	Buena	Sub-base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

Fuente: Tomado de Assis, 1988

2.2.3. Mucílago de nopal

La tuna o nopal (*Opuntia ficus-indica*) es originaria de América y hoy en día se encuentra en una gran variedad de condiciones agroclimáticas, en forma silvestre o cultivada. Dichas plantas pertenecen a la familia Cactaceae. La taxonomía de los nopales es sumamente compleja

debido a múltiples razones, entre otras, porque sus fenotipos presentan gran variabilidad según las condiciones ambientales.

Para Cáceres (2004), el nopal es una cactácea, un arbusto que mide de 0,6 – 1 m de altura, densamente poblado de ramas. Posee tallos carnosos, áfilos con espinas, ramificados lateralmente de forma ovoide de 15 – 30 cm de largo y 13 – 21 cm de ancho, aplanados lateralmente, espinas unas más grandes que las otras de 3,6 espinas, y flores solitarias sésiles. Crece en las laderas rocosas desde los 1800 m – 3600 m de altitud.

La planta de nopal posee hojas carnosas llamadas cladodios, los cuales en su interior contienen el mucílago. Se designa como mucílago a las macromoléculas osídicas que se disuelven más o menos en contacto con el agua para formar disoluciones coloidales o geles. En la actualidad se manejan otros términos como hidrocoloides vegetales o polisacáridos vegetales que hacen referencia al mucílago (García, 2011).



Figura 3: *Nopal (Opuntia ficus-indica)*

De esta planta se extrae una sustancia viscosa generalmente conocida como mucílago o hidrocoloide, que está constituido por carbohidratos de alto peso molecular. Dicho mucílago

contiene principalmente dos polímeros naturales orgánicos: amilasa y amilopectina. La amilasa se encuentra formando una cadena helicoidal que, en solución, tiene la capacidad de formar películas delgadas que, al secar, presentan alta rigidez. (Orozco, 2017).

Los mucílagos son análogos por su composición y sus propiedades a las gomas; dan con el agua disoluciones viscosas o se hinchan en ella para formar una pseudo disolución gelatinosa. Se encuentran en las algas, en ciertos hongos, en los esfagnos y en muchos vegetales. Por oxidación dan ácido múxico y por hidrólisis, hexosas y pentosas (Font, 1953).

La viscosidad es una de las características principales del mucílago, sobre el cual se proyecta la aplicación como aditivo alimenticio, adhesivo de pintura, aditivo en bloques de adobe y recubrimiento de mucosa gástrica ulcerada, entre otros. La viscosidad cinemática varía proporcionalmente con el incremento de la concentración e inversamente con las temperaturas. Por lo anterior y por la magnitud del valor máximo de viscosidad, este mucílago es un material prometedor para diversas aplicaciones. Asimismo, la viscosidad de un fluido es la fricción interna, en relación a los líquidos, la viscosidad se da debido a las fuerzas de cohesión de corto alcance y a los choques entre las moléculas (Jiménez, 2010). De igual forma, la viscosidad representa la resistencia al movimiento de los fluidos, se encuentra permanentemente presente en menor o mayor medida en fluidos compresibles e incompresibles. Con respecto a los fluidos perfectos, el efecto en estos es muy pequeño y no se considera, al contrario que en el caso de los fluidos reales, su efecto es indispensable y no es factible despreciarlo (Martín, 2014).

2.2.3.1. Composición mineralógica del nopal

La siguiente tabla muestra la composición química del nopal fresco. Los cladodios tienen interés desde el punto de vista industrial, ya que cuando los brotes son tiernos (10-15 cm) se usan para la producción de nopalitos, y cuando están parcialmente lignificados (cladodios de 2-3 años), para la producción de harinas y otros productos.

Tabla 7: Composición mineralógica de 100g de nopal.

Parámetro	Contenido
Porción comestible	78.00
Energía (kcal)	27.00
Proteínas (g)	1.70
Grasas (g)	0.30
Carbohidratos (g)	5.60
Calcio (mg)	93.00
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Ascórbico (mg)	8.00

Fuente: De la Rosa, 2001

Cabe recalcar que son ricos en calcio y el potasio (93 y 166 mg/100 g, respectivamente), y tienen bajo contenido de sodio (2 mg/ 100 g).

2.2.3.2. Técnicas de extracción del mucílago de nopal

Según Garduño (2014), el mucílago de nopal se obtiene a partir de pencas de nopal maduras (*Opuntia ficus-indica* y *Opuntia rastrera*), para luego ser cortado y limpiado. Posteriormente se coloca en agua en una relación de 1:2; éstos se someten a calentamiento por una hora a 80° C, utilizando un termómetro para mantener el control de la temperatura y evitar que sobrepase los 80° C. Luego se decanta el líquido que contenía el mucílago para eliminar los trozos más pequeños de fibras. El líquido se filtra por gravedad mediante un colador. Se obtienen fibras de nopal y un líquido turbio que contiene el mucílago.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método de investigación

La presente investigación empleará el método científico, ya que según Hernández y Mendoza (2014) ésta utiliza procesos sistemáticos, reflexivos y empíricos en su esfuerzo de generar conocimiento.

En esta tesis se profundizará los conocimientos a través de los ensayos de laboratorio, determinando la humedad, densidad, resistencia y capacidad portante de la subrasante con la adición de mucílago de nopal, y de esta manera analizar los resultados y plantear la dosificación adecuada de este aditivo natural.

3.1.2. Enfoque de la investigación

Este trabajo tendrá un enfoque cuantitativo, ya que presenta un conjunto de procedimientos de forma secuencial y probatoria. Cada una de las etapas va a preceder a la siguiente y no pueden omitirse pasos. (Hernández y Fernández, 2014).

La tesis aquí presentada partió de la idea de adicionar mucílago de nopal a la subrasante. Se delimita y se generan objetivos, preguntas de investigación, se conciben hipótesis y variables de las preguntas y se procede a probarlas; asimismo se analizan resultados obtenidos utilizando métodos estadísticos y se plantea conclusiones.

3.1.3. Tipo de investigación

Según Hernández y Fernández (2014), el tipo de la investigación será de tipo aplicada porque resuelve el problema planteado de manera práctica y concreta utilizando conocimientos científicos de ingeniería.

En esta investigación se van a manipular los datos probatorios estructurados de los ensayos de las propiedades físicas de la subrasante y la resistencia del mismo con el refuerzo de mucílago de nopal.

3.1.4. Nivel o alcance de la investigación

La presente investigación tendrá un alcance explicativo, ya que este tipo de estudios tiene la finalidad de dar respuesta por las causas de eventos y fenómenos físicos. (Hernández y Fernández, 2014).

Se pretende demostrar los efectos que tiene la adición de mucílago de nopal en los suelos de la subrasante, para ello se realizarán ensayos a compresión simple, Proctor modificado, CBR, límites de consistencia y clasificación de suelos.

3.2. Diseño de la investigación

Como indican Hernández y Fernández (2014), el tipo de diseño será experimental puro, ya que las variables pueden ser estimuladas, tratadas y cualificadas llevando a cabo las siguientes operaciones.

En esta investigación manipularemos la dosificación de mucílago de nopal, para así verificar los cambios que se generan en las propiedades mecánicas de la subrasante.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

“Es el conjunto de todos los elementos (unidades analizadas) que pertenecen a un ámbito espacial donde se desarrollará el trabajo de investigación” (Carrasco, 2006).

Para la presente investigación, la población representa la subrasante de la carretera Rosario – Sivia, ubicada en la Ruta Nacional 28H de la provincia de Huanta, Ayacucho.

3.3.2. Muestra

Es una parte o fragmento representante de la población. Sus características principales son: ser objetiva y reflejo de la población, de manera que los resultados que se obtengan en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que están conformados por la población. (Carrasco, 2006).

La muestra está conformada por el tramo 14+000 al 18+000 de la subrasante, considerado el tramo más crítico de la carretera Rosario – Sivia. Se realizarán 4 calicatas de 1.5 m de profundidad en los kilómetros 14+750, 15+250 16+500, 17+750.

3.3.3. Muestreo

El muestreo será de tipo no probabilístico debido a que la muestra está delimitada por el investigador, es decir, no se escogió al azar. Se escogió la zona más afectada para la obtención de las muestras (Carrasco, 2006).

Asimismo, para determinar la cantidad de calicatas a realizar, tomamos el Manual de carreteras del MTC (2014) como referencia, ya que la carretera en estudio es de primera clase y le corresponde realizar 4 calicatas por kilómetro, sin embargo, por fines de investigación, se realizaron ensayos de PDC cada 250 metros para medir el CBR in situ y así poder determinar los 4 puntos más críticos en el tramo de estudio, para tomarlos como muestra en la presente investigación.

En la siguiente tabla se muestra el número de ensayos (clasificación de suelos, límites de consistencia, Proctor modificado, compresión simple y CBR) que se realizarán de acuerdo al tipo de muestra que se obtendrá. Asimismo, se denominó con abreviatura a la muestra de suelo natural (SN), al mucílago de nopal (MN) y a los suelos con adiciones de mucílago de nopal (SMN).

Tabla 8: Cuantía muestral de los ensayos a realizar a las muestras de suelo de las calicatas

MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	Granulometrías	Límites de consistencia	Proctor modificado	CBR	Compresión simple	Subtotal de muestras
		Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio	
Calicata 01	0% MN	1	1	1	1	1	5
	3% MN	0	0	1	1	1	3
	6% MN	0	0	1	1	1	3
	9% MN	0	0	1	1	1	3
Calicata 02	0% MN	1	1	1	1	1	5
	3% MN	0	0	0	0	0	0
	6% MN	0	0	0	0	0	0
	9% MN	0	0	0	0	0	0
Calicata 03	0% MN	1	1	1	1	1	5
	3% MN	0	0	1	1	1	3
	6% MN	0	0	1	1	1	3
	9% MN	0	0	1	1	1	3
Calicata 04	0% MN	1	1	1	1	1	5
	3% MN	0	0	1	1	1	3
	6% MN	0	0	1	1	1	3
	9% MN	0	0	1	1	1	3
		4	4	13	13	13	
TOTAL, DE MUESTRAS A ENSAYAR							47

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se utiliza como técnica de recolección de datos el análisis documental, con el fin de buscar información relacionada con el tema a tratar en la tesis, como son revistas, libros especializados del tema, artículos y tesis de investigación. También se utilizará la técnica de observación sistemática porque ayuda a recabar información necesaria para medir los indicadores de la variable dependiente (mejoramiento de subrasante).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para ensayar la resistencia a la compresión simple, el Proctor modificado, el CBR, los límites de consistencia y la clasificación de suelos se emplearán como instrumento de recolección de datos y fichas técnicas de laboratorio. Según Hernández y Mendoza (2018) que las refieren como un recurso del investigador para recoger y almacenar la información relevante sobre las variables.

Tabla 9: *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Técnica	Instrumentos	Usos
Análisis documental	Resumen Fichas textuales	Para poder recopilar información relacionada con el tema a investigar.
Observación directa sistemática	Ficha técnica de laboratorio para los ensayos de resistencia a la compresión simple, Proctor modificado, CBR, límites de consistencia y clasificación de suelos	Para obtener los resultados de la resistencia a la compresión, la densidad y máxima densidad, el CBR, consistencia y clasificación de los suelos a estudiar.

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

Para la preparación de la presente investigación se realizará lo siguiente:

- Se tomarán referencias bibliográficas y se buscará información sobre el mejoramiento de subrasantes con adiciones de mucílago de nopal.
- Se investigarán las características químicas del mucílago de nopal.
- Se realizará las investigaciones sobre subrasantes estabilizadas.
- Se identificaron los puntos estratégicos para realizar las calicatas, mediante los ensayos de PDC cada 250 m en el tramo crítico de 4 km (KM 14+00 -18+000).
- Se realizarán 4 calicatas de 1.5 m de profundidad en los kilómetros 14+750, 15+250, 16+500, 17+750 de la carretera Rosario – Sivia.
- Se extraerá el mucílago de nopal siguiendo ciertos procedimientos hasta conseguir la dosificación adecuada.
- Se realizará el muestreo del material extraído de las calicatas y se ejecutará su estudio de clasificación de suelos y límites de consistencia.
- Se determinará 2 de 4 muestras de suelo críticas para realizar las adiciones de mucílago de nopal en 0%, 3%, 6% y 9% en relación al peso seco del suelo para luego ensayarlos.
- Se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión simple, Proctor modificado y CBR.
- Se recogerán los datos de los ensayos llevados a cabo con la finalidad de compararlos y determinar la dosificación adecuada en el tratamiento de la subrasante, así como cuantificar las mejoras en sus propiedades mecánicas.



Figura 4: Diagrama de flujo de procesos primera etapa.

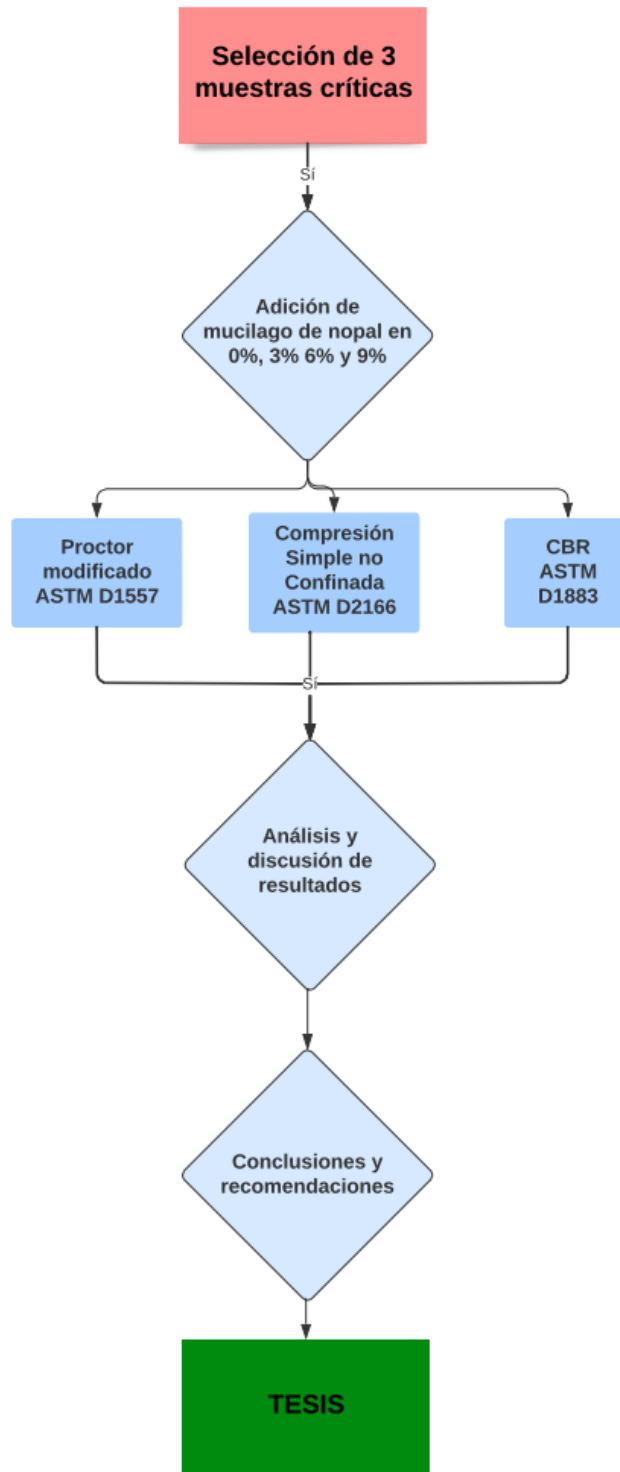


Figura 5: Diagrama de flujo de procesos segunda etapa.

3.6. Técnicas de análisis de datos

Para procesar y analizar los datos se utilizaron equipos de laboratorio, programas de ingeniería, estadística inferencial para la contrastación de las hipótesis planteadas, hoja de cálculo de Microsoft Office Excel, teniendo en cuenta las variables cuantitativas y cualitativas de los datos obtenidos.

La contrastación de las hipótesis se realizó mediante el programa SPSS, utilizando el estadístico de Prueba de Tukey, conjuntamente con ANOVA, para así comparar que dosificación es la más adecuada en nuestra prueba de control.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

Para poder realizar el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, se realizó una inspección de campo en la zona de estudio, donde se determinó mediante el ensayo de penetración dinámica de cono (PDC), 4 puntos críticos del tramo de estudio, de los cuales se extrajo las muestras de suelo para realizar los ensayos generales como el análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107), límites de consistencia (MTC E 110) y clasificación de suelos por SUCS y AASHTO. Complementariamente se realizó los ensayos de Proctor modificado (MTC E 115), CBR de suelos (MTC E 132) y resistencia a la compresión no confinada (MTC E 1103). En base a estos resultados, se determinó 3 de las 4 muestras con resultados deficientes para realizar los grupos de control con las adiciones de mucílago de nopal en 0%, 3%, 6% y 9% con respecto a peso en Kg del suelo seco, para luego realizar nuevamente los ensayos de Proctor modificado (MTC E 115), CBR de suelos (MTC E 132) y resistencia a la compresión no confinada (MTC E 1103) y compararlos entre sí para determinar la dosificación óptima. A continuación, se presentarán los resultados de los ensayos generales en campo y en laboratorio para luego dar pase a la presentación de los resultados por cada objetivo específico.

4.1.1. Ensayos generales

4.1.1.1. Ensayo de penetración dinámica de cono (PDC)

Se realizó el ensayo de PDC para determinar el % CBR in situ en el tramo crítico de estudio KM 14+000 – 18+000, el cual se muestra a continuación:

Tabla 10: *Ensayos de penetración dinámica de cono (PDC)*

Progresiva (KM)	CBR (%)
14+000	13.2
14+250	10.9
14+500	12.4
14+750	3.6
15+000	14.5
15+250	7.1
15+500	13.2
15+750	18.8
16+000	16.3
16+250	22.9
16+500	5.2
16+750	20.5
17+000	19.7
17+250	12.2
17+500	18.9
17+750	6.6
18+000	9.9

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados expuestos muestran que los CBR (%) más críticos en el tramo de estudio pertenecen a las progresivas KM 14+750 con un valor de CBR de 3.6%, KM 15+250 con un valor de CBR de 7.1%, KM 16+500 con un valor de CBR de 5.2% y el KM 17+750 con un valor de CBR 6.6%, de los cuales se procedió a extraer la muestra necesaria para así continuar con los ensayos respectivos.

4.1.1.2. Propiedades estándares de los suelos analizados.

Se realizaron los ensayos estándares del análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107) y límites de consistencia (MTC E 110), para determinar la clasificación de suelos por SUCS y AASHTO de las muestras en estado natural de las 4 calicatas de estudio, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11: *Propiedades de los suelos analizados*

Muestra	Progresiva (KM)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% GRAVA	% ARENAS	% FINOS	S.U.C.S.	AASHTO
C - 1	14+750	44.7	21.8	22.9	12.20	27.80	60.00	CL	A-7-6 (11)
C - 2	15+250	34.8	22.2	12.6	35.40	26.70	37.90	GC	A-6 (1)
C - 3	16+500	43.7	23.8	19.9	17.90	14.22	67.89	CL	A-7-6 (12)
C - 4	17+750	37.8	22.5	15.4	26.70	34.70	38.50	SC	A-6 (2)

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados expuestos en la tabla 11 revelan que para la muestra extraída de la calicata C-1, se observa un requerimiento granulométrico que cumple la distribución de los granos, con un porcentaje de gravas igual a 12.20%, un porcentaje de arenas igual a 27.80% y un porcentaje de finos igual a 60%. Asimismo, se puede observar que este suelo presenta un valor del límite líquido (LL) de 44.7%, un valor de límite plástico (LP) del 21.8% y finalmente un índice de plasticidad (IP) del 22.9%, clasificando al suelo, en función a su índice de plasticidad, como muy arcilloso. Finalmente, se observa la clasificación del suelo, según S.U.C.S. como una arcilla ligera arenosa (CL) y la clasificación, según AASHTO, como un suelo muy pobre (A-7-6 (11)).

Para la muestra extraída de la calicata C-2, se muestra un requerimiento granulométrico que cumple la distribución de los granos, con un porcentaje de gravas igual a 35.40%, un porcentaje de arenas igual a 26.70% y un porcentaje de finos igual a 37.90%. Asimismo, se puede observar que este suelo presenta un valor del límite líquido (LL) de 34.80%, un valor de límite plástico (LP) del 22.20% y finalmente un índice de plasticidad (IP) del 12.60%, clasificando al suelo en función a su índice de plasticidad como arcilloso. Finalmente, se observa la clasificación del suelo según S.U.C.S. como una grava arcillosa con arena (GC) y la clasificación según AASHTO como un suelo muy bueno (A-6 (1)).

Para la muestra extraída de la calicata C-3, se muestra un requerimiento granulométrico que cumple la distribución de los granos, con un porcentaje de gravas igual a 17.90%, un porcentaje de arenas igual a 14.22% y un porcentaje de finos igual a 67.89%. Asimismo, se puede observar que este suelo presenta un valor del límite líquido (LL) de 43.70%, un valor de límite plástico (LP) del 23.80% y finalmente un índice de plasticidad (IP) de 19.90%,

clasificando al suelo en función a su índice de plasticidad como arcilloso. Finalmente, se observa la clasificación del suelo según S.U.C.S. como una arcilla ligera y tipo grava con arena (CL) y la clasificación según AASHTO como un suelo muy pobre (A-7-6 (12)).

Para la muestra extraída de la calicata C-4, se evidencia un requerimiento granulométrico que cumple la distribución de los granos con un porcentaje de gravas igual a 26.70%, un porcentaje de arenas igual a 34.70% y un porcentaje de finos igual a 38.50%. Asimismo, se puede observar que este suelo presenta un valor del límite líquido (LL) de 37.80%, un valor de límite plástico (LP) del 22.50% y finalmente un índice de plasticidad (IP) del 15.40%, clasificando al suelo en función a su índice de plasticidad como arcilloso. Finalmente, se observa la clasificación del suelo según S.U.C.S. como una arena arcillosa con grava (SC) y la clasificación según AASHTO como un suelo bueno (A-6 (2)).

4.1.1.3. Ensayos de compactación en laboratorio

Se realizaron los ensayos de compactación (Proctor modificado - MTC E 115) para poder determinar la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH %) de las muestras analizadas en el laboratorio, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12: *Ensayos de compactación (Proctor modificado)*

Muestra	Progresiva (KM)	Ensayo de compactación (Proctor modificado)	
		Máxima densidad seca MDS (tn/m ³)	Óptimo contenido de Humedad OCH (%)
C - 1	14+750	1.655	24.1
C - 2	15+250	1.729	16.5
C - 3	16+500	1.573	21.7
C - 4	17+750	1.482	19.3

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados mostrados en la tabla 12, se puede observar que para la muestra extraída de la calicata C-1, se obtuvo una máxima densidad seca (MDS) de 1.655 tn/m³ con un óptimo contenido de humedad (OCH) de 24.1%; para la muestra extraída de la calicata C-2, se obtuvo una máxima densidad seca (MDS) de 1.729 tn/m³ con un óptimo contenido de humedad (OCH) de 16.5%; para la muestra extraída de la calicata C-3, se obtuvo una máxima densidad seca (MDS) de 1.573 tn/m³ con un óptimo contenido de humedad (OCH) de 21.7% y finalmente

para la muestra extraída de la calicata C-4, se obtuvo una máxima densidad seca (MDS) de 1.482 tn/m³ con un óptimo contenido de humedad (OCH) de 19.3%.

4.1.1.4. Ensayos de resistencia en laboratorio

Se realizaron los ensayos de resistencia a las muestras analizadas en laboratorio para determinar la resistencia a la compresión simple no confinada (MTC E 1103) y la capacidad de soporte CBR de suelos (MTC E 132), cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13: *Ensayos de resistencia*

Muestra	Progresiva (KM)	Ensayo de resistencia		
		Resistencia a la compresión simple no confinada (Kg/cm ²)	Capacidad de soporte	
			CBR al 95% de la MDS (%)	CBR al 100% de la MDS (%)
C - 1	14+750	3.4	3.6	5.1
C - 2	15+250	5.9	6.9	9.0
C - 3	16+500	2.4	3.2	3.5
C - 4	17+750	10.7	7.0	8.3

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados mostrados en la tabla 13, se puede observar que para la muestra extraída de la calicata C-1, se obtuvo una resistencia a la compresión no confinada de 3.4 Kg/cm² y un valor de CBR de 3.6% al 95% de la MDS y un valor de CBR de 5.1% al 100% de la MDS; para la muestra extraída de la calicata C-2, se obtuvo una resistencia a la compresión simple no confinada de 5.9 Kg/cm² y un valor de CBR de 6.9% al 95% de la MDS y un valor de CBR de 9.0% al 100% de la MDS; para la muestra extraída de la calicata C-3, se obtuvo una resistencia a la compresión simple no confinada de 2.4 Kg/cm² y un valor de CBR de 3.2% al 95% de la MDS y 3.5% al 100% de la MDS y finalmente para la muestra extraída de la calicata C-4, se obtuvo una resistencia a la compresión simple no confinada de 10.7 Kg/cm² y un valor de CBR de 7.0% al 95% de la MDS y un valor de CBR de 8.3% al 100% de la MDS.

4.1.1.5. Resumen de las características físicas y mecánicas de las muestras analizadas.

Luego de realizar la caracterización de suelos a las muestras analizadas, así como los ensayos de compactación y resistencia, se analizaron los resultados, para luego compararlos y determinar 3 de las 4 muestras más críticas para poder realizar los grupos de control con las adiciones de mucílago de nopal, según corresponda.

Tabla 14: Resumen de las características físicas y mecánicas de las muestras analizadas

Muestra	Progresiva (KM)	Características físicas							Características mecánicas			
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Finos	SUCS	AASHTO	MDS (tn/m3)	OCH (%)	Resistencia a la compresión no confinada (Kg/cm2)	Capacidad de soporte	
											CBR al 95% de la MDS (%)	CBR al 100% de la MDS (%)
C - 1	14+750	44.7	21.8	22.9	60.00	CL	A-7-6 (11)	1.655	24.1	3.4	3.6	5.1
C - 2	15+250	34.8	22.2	12.6	37.90	GC	A-6 (1)	1.729	16.5	5.9	6.9	9.0
C - 3	16+500	43.7	23.8	19.9	67.89	CL	A-7-6 (12)	1.573	21.7	2.4	3.2	3.5
C - 4	17+750	37.8	22.5	15.4	38.50	SC	A-6 (2)	1.482	19.3	10.7	7.0	8.3

Fuente: Elaboración propia.

En base al resumen de resultados mostrados en la tabla, 13 referidos a las características físicas y mecánicas de las muestras de suelo analizadas, se determinó que los suelos pertenecientes a las calicatas C-1, C-3 y C-4 presentan deficientes condiciones en comparación del resto de calicatas,

Siendo así, que para la muestra de la calicata C-1 presenta un índice de plasticidad (IP) con un valor de 22.9%, clasificando el suelo por su IP como un suelo muy arcilloso. Asimismo presenta un porcentaje elevado de finos con un valor de 60.00%, por lo que su según la clasificación AASHTO lo considera como un suelo muy pobre. Complementariamente presenta una máxima densidad seca (MDS) de 1.655 tn/m3 y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 24.1%. Finalmente, la capacidad de resistencia de este suelo es deficiente presentando valores de resistencia a la compresión no confinada de 3.4 Kg/cm2, un valor

de 3.6% de CBR al 95 % de la MDS y finalmente un valor de 5.1% de CBR al 100% de la MDS.

Asimismo, para la muestra de la calicata C-3 presenta un índice de plasticidad (IP) con un valor de 19.9%, clasificando el suelo por su IP como un suelo arcilloso, asimismo presenta un porcentaje elevado de finos con un valor de 67.89%, por lo que su según la clasificación AASHTO lo considera como un suelo muy pobre. Complementariamente presenta una máxima densidad seca (MDS) de 1.573 tn/m³ y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 21.7%. Finalmente, la capacidad de resistencia de este suelo es deficiente presentando valores de resistencia a la compresión no confinada de 2.4 Kg/cm², un valor de 3.2% de CBR al 95 % de la MDS y finalmente un valor de 3.5% de CBR al 100% de la MDS.

Finalmente, para la muestra de la calicata C-4 presenta un índice de plasticidad (IP) con un valor de 15.4%, clasificando el suelo por su IP como un suelo arcilloso, asimismo presenta un porcentaje moderado de finos con un valor de 38.50%, por lo que su según la clasificación AASHTO lo considera como un suelo bueno. Complementariamente presenta una máxima densidad seca (MDS) de 1.482 tn/m³ y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 19.3%. Finalmente, la capacidad de resistencia de este suelo es deficiente presentando valores de resistencia a la compresión no confinada de 10.7 Kg/cm², un valor de 7.0% de CBR al 95 % de la MDS y finalmente un valor de 8.3% de CBR al 100% de la MDS.

Siendo los valores de la muestra N°1 y N°3 los más críticos, con fines académicos he decidido tomar adicionalmente la muestra N° 4 para poder ser estabilizados con las dosificaciones de mucílago de nopal en diferentes proporciones según corresponda, los cuales se representarán en los ensayos posteriores.

4.1.2. Influencia del mucílago de nopal en las características físicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia

Se realizaron los grupos de control con las adiciones de 0%, 3%, 6% y 9% de mucílago de nopal en las muestras de las calicatas C-1, C-3 y C-4 respectivamente, para poder realizar el ensayo de compactación en laboratorio (Proctor modificado) y así poder determinar la máxima densidad seca (MDS) y óptimo contenido de humedad (OCH).

4.1.2.1. Ensayo de compactación

Los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado - MTC E 115) se muestran a continuación:

Para la calicata C-1 se presentan los siguientes resultados:

Tabla 15: Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°1

DOSIFICACION CON MUCÍLAGO DE NOPAL CALICATA N° 1				
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	MDS (Tn/m3)	OCH (%)
M0	0.0	0.0	1.655	24.1
M1	3.0	630.0	1.600	25.3
M2	6.0	1260.0	1.581	28.3
M3	9.0	1890.0	1.566	29.7

Consideraciones		
Cantidad de muestra	20.00	Kg.
Densidad Mucílago	1.1	gr/cm3

Fuente: Elaboración propia.

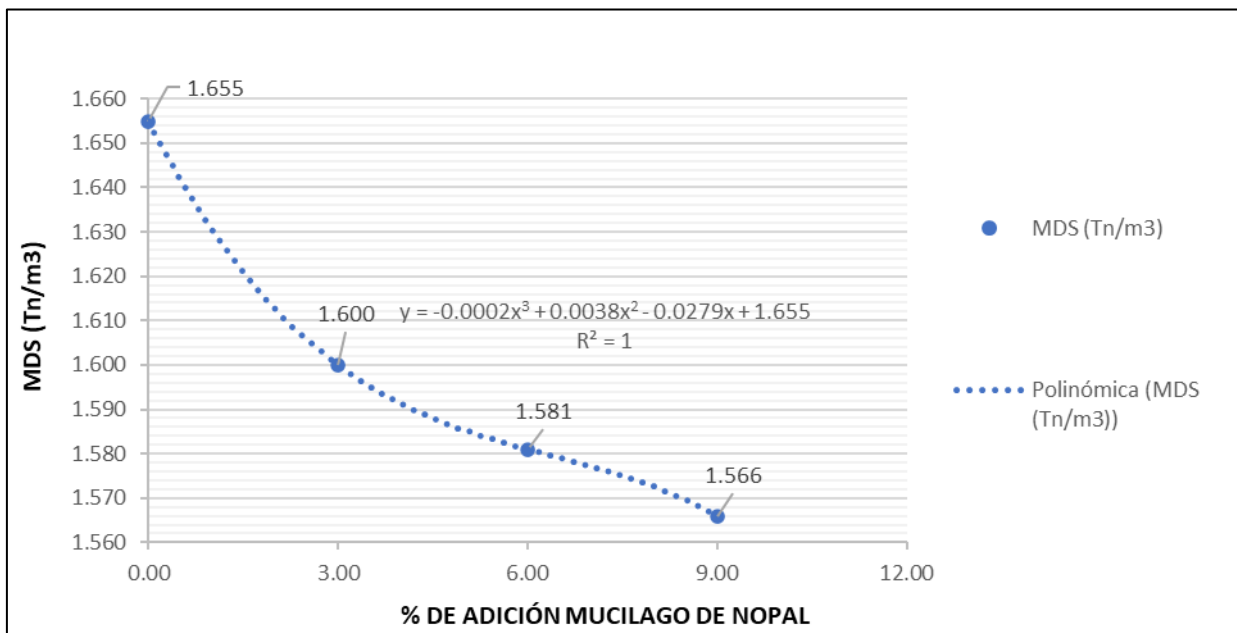


Figura 6: Tendencia del valor de la MDS –Calicata N°1

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado) que se pueden observar en la tabla 15 y figura 6, se determinó que el valor de la MDS (Tn/m³) va disminuyendo según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor de la MDS de la calicata C-1 sin estabilizar es de 1.655 Tn/m³, el valor de la MDS de la calicata C-1 con adición de mucílago de nopal en un 3% es de 1.600 Tn/m³, el valor de la MDS de la calicata C-1 con adición de mucílago de nopal en un 6% es de 1.581 Tn/m³ y finalmente el valor de la MDS de la calicata C-1 con adición de mucílago de nopal en un 9% es de 1.566 Tn/m³.

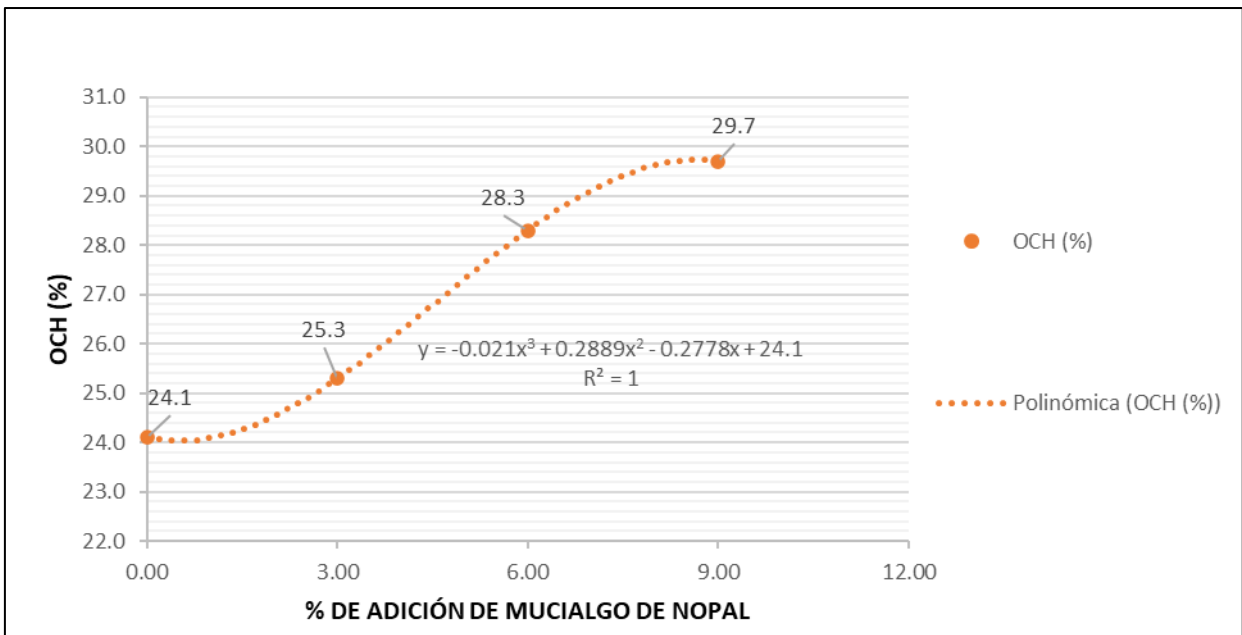


Figura 7: Tendencia del valor del OCH – Calicata N°1

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en base a los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado) que se pueden observar en la tabla 15 y figura 7, se determinó que el valor porcentual del OCH va incrementando según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor del OCH de la calicata C-1 sin estabilizar es de 24.1%, el valor del OCH de la calicata C-1 con adición de 3% mucílago de nopal es de 25.3%, el valor del OCH de la calicata C-1 con adición de 6% mucílago de nopal es de 28.3% y finalmente el valor de OCH de la calicata C-1 con adición de 9% de mucílago de nopal es de 29.7%.

Para la calicata C-3 se presentan los siguientes resultados:

Tabla 16: Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°3

DOSIFICACIÓN CON MUCÍLAGO DE NOPAL - CALICATA N° 3				
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	MDS (Tn/m3)	OCH (%)
M0	0.0	0.0	1.573	21.7
M1	3.0	630.0	1.554	22.2
M2	6.0	1260.0	1.474	25.3
M3	9.0	1890.0	1.452	27.0

Consideraciones		
Cantidad de muestra	20.00	Kg
Densidad Mucílago	1.1	gr/cm3

Fuente: Elaboración propia.

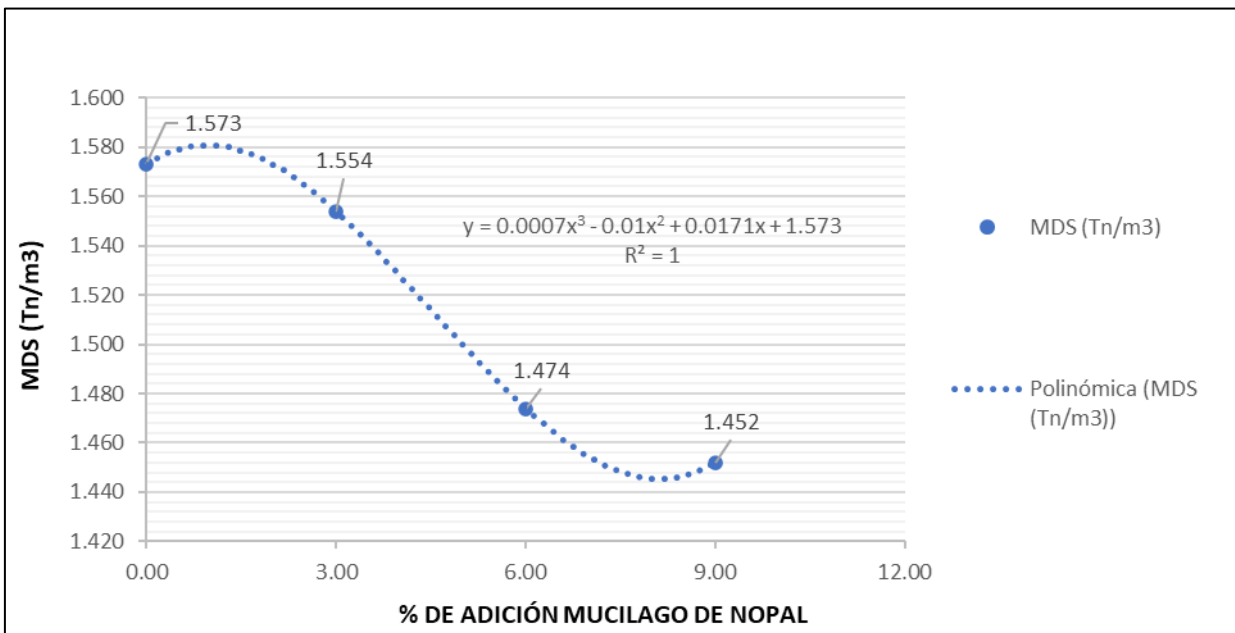


Figura 8: Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°3

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado) que se pueden observar en la tabla 16 y figura 8, se determinó que el valor de la MDS (Tn/m3) va disminuyendo

según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor de la MDS de la calicata C-3 sin estabilizar es de 1.573 Tn/m³, el valor de la MDS de la calicata C-3 con adición de mucílago de nopal en un 3% es de 1.554 Tn/m³, el valor de la MDS de la calicata C-3 con adición de mucílago de nopal en un 6% es de 1.474 Tn/m³ y finalmente el valor de la MDS de la calicata C-3 con adición de mucílago de nopal en un 9% es de 1.452 Tn/m³.

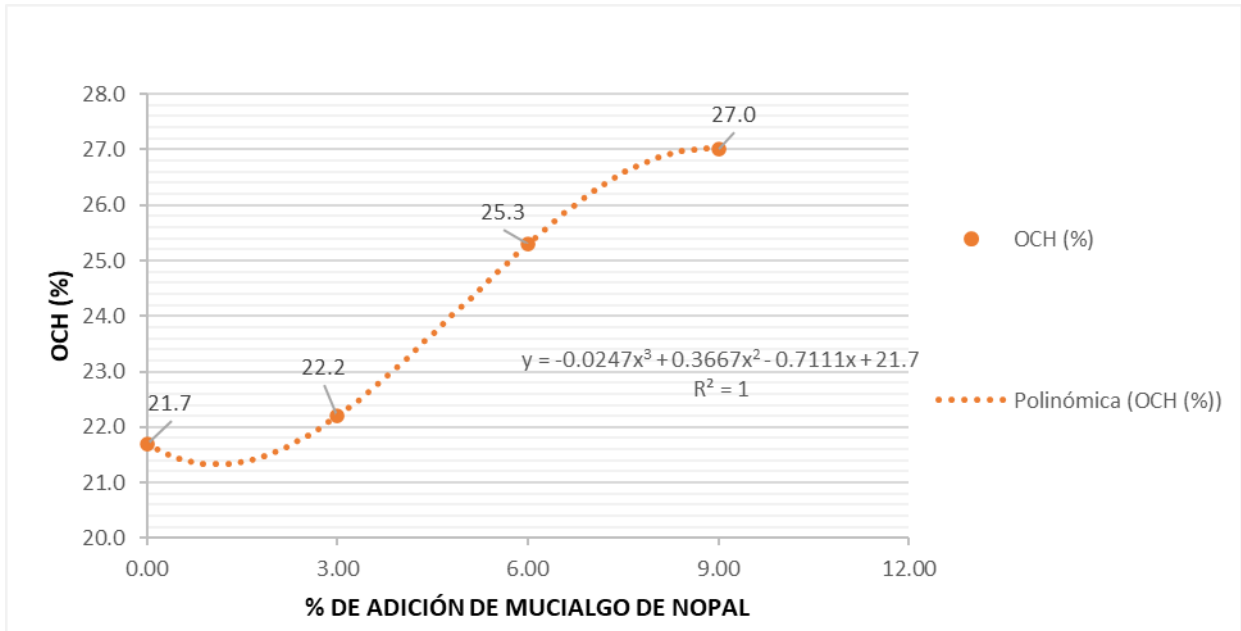


Figura 9: Tendencia del valor del OCH – Calicata N°3

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en base a los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado) que se pueden observar en la tabla 16 y figura 9, se determinó que el valor porcentual del OCH va incrementando según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor del OCH de la calicata sin estabilizar es de 21.74.1%, el valor del OCH de la calicata con adición de 3% mucílago de nopal es de 22.2%, el valor del OCH de la calicata con adición de 6% mucílago de nopal es de 25.3 y finalmente el valor de OCH de la calicata con adición de 9% de mucílago de nopal es de 27.0%.

Para la calicata C-4 se presentan los siguientes resultados:

Tabla 17: Resultados del ensayo de Proctor modificado – Calicata N°4

DOSIFICACIÓN CON MUCÍLAGO DE NOPAL CALICATA N°4				
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	MDS (Tn/m3)	OCH (%)
M0	0.0	0.0	1.482	19.3
M1	3.0	630.0	1.449	21.9
M2	6.0	1260.0	1.400	23.4
M3	9.0	1890.0	1.379	28.6

Consideraciones		
Cantidad de muestra	20.00	Kg
Densidad Mucílago	1.1	gr/cm3

Fuente: Elaboración propia.

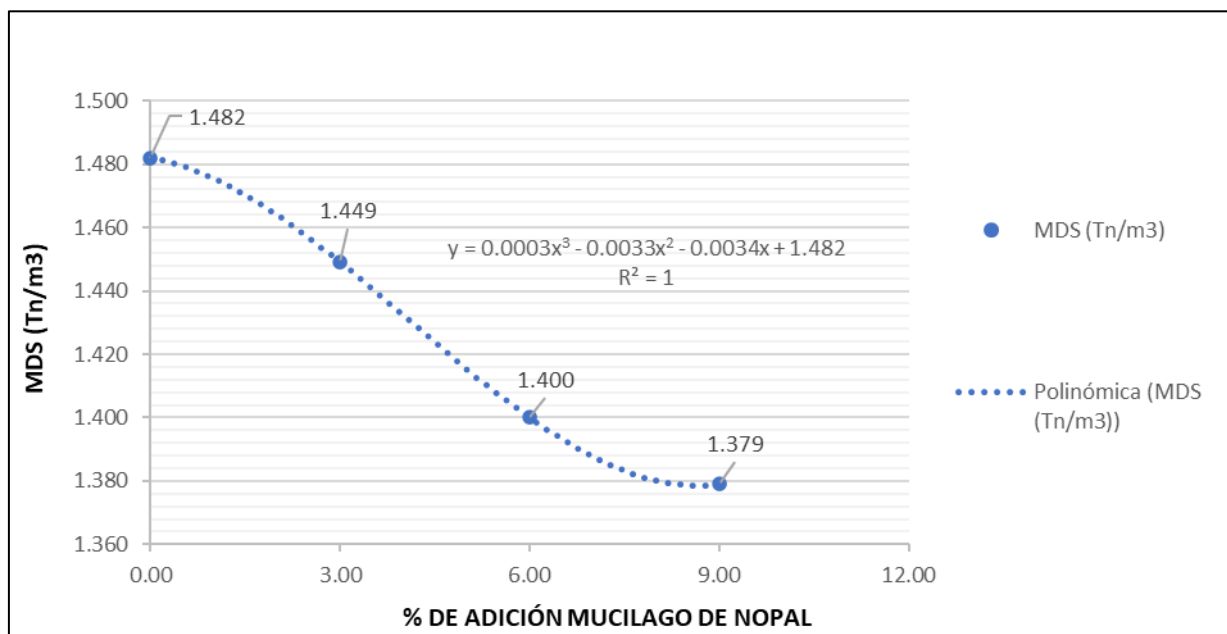


Figura 10: Tendencia del valor de la MDS – Calicata N°4

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado) que se pueden observar en la tabla 17 y figura 10, se determinó que el valor de la MDS (Tn/m3) va disminuyendo según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor de la MDS de la calicata C-4 sin estabilizar es de 1.482 Tn/m3, el valor de la MDS de la calicata C-4 con adición de mucílago de nopal en un 3% es de 1.449 Tn/m3, el valor de la MDS de la

calicata C-4 con adición de mucílago de nopal en un 6% es de 1.400 Tn/m³ y finalmente el valor de la MDS de la calicata C-4 con adición de mucílago de nopal en un 9% es de 1.379 Tn/m³,

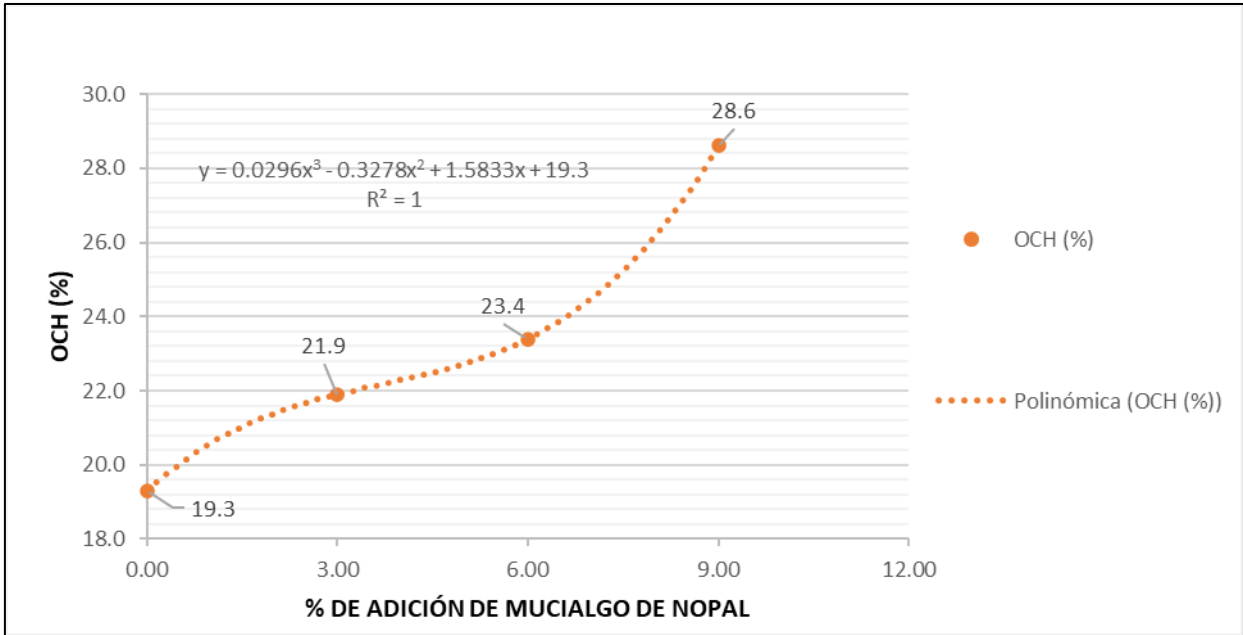


Figura 11: Tendencia del valor del OCH – Calicata N°4

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en base a los resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado) que se pueden observar en la tabla 17 y figura 11, se determinó que el valor porcentual del OCH va incrementando según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor del OCH de la calicata sin estabilizar es de 19.3%, el valor del OCH de la calicata con adición de 3% mucílago de nopal es de 21.9%, el valor del OCH de la calicata con adición de 6% mucílago de nopal es de 23.4% y finalmente el valor de OCH de la calicata con adición de 9% de mucílago de nopal es de 28.6%.

4.1.3. Influencia del mucílago de nopal en las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia

Se realizaron los grupos de control con las adiciones de 0%, 3%, 6% y 9% de mucílago de nopal en las muestras de las calicatas C-1, C-3 y C-4 respectivamente, para poder medir las

características mecánicas de la subrasante mediante los ensayos de resistencia a la compresión simple no confinada y capacidad de soporte (CBR).

4.1.3.1. Ensayo de resistencia a la compresión simple

Los resultados del ensayo de compresión simple (MTC E 1103) para la calicata C-1 se muestran a continuación:

Tabla 18: Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°1

DOSIFICACIÓN CON MUCÍLAGO DE NOPAL CALICATA N° 1			
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	Compresión simple (Kg/cm2)
M0	0.0	0.0	3.4
M1	3.0	115.5	8.5
M2	6.0	231.0	18.2
M3	9.0	346.5	25.9

Consideraciones	
Cantidad de muestra (Kg)	3.5
Densidad Mucílago (gr/cm3)	1.1

Fuente: Elaboración propia.

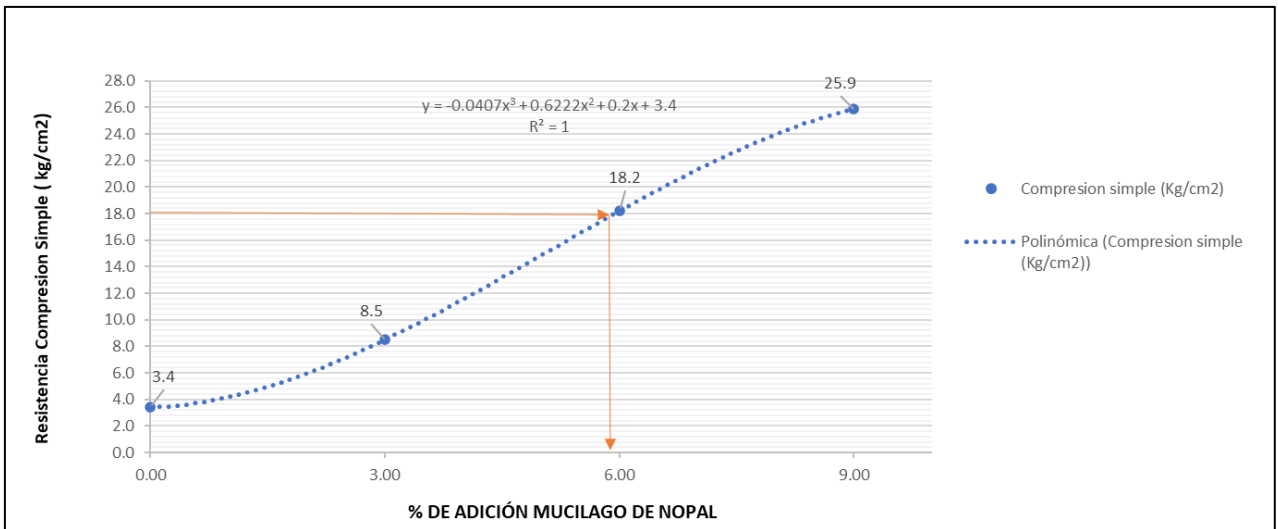


Figura 12: Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada - Calicata N°1

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados de la resistencia a la compresión simple no confinada que se pueden observar en la tabla 18 y figura 12, se determinó que el valor de la resistencia a la compresión simple va aumentando según aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-1 sin estabilizar es de 3.4 Kg/cm², el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-1 con la adición de 3% mucílago de nopal es de 8.5 Kg/cm², el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-1 con la adición de 6% mucílago de nopal es de 18.2 Kg/cm² y finalmente el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-1 con la adición de 9% mucílago de nopal es de 25.9 Kg/cm².

Asimismo, cabe mencionar que el MTC recomienda el valor de 18 Kg/cm² como el mínimo en suelos de subrasantes estabilizadas, por lo que según se puede observar estaría cumpliendo esta condición de acuerdo a las dosificaciones de adición de 6% y 9% de mucílago de nopal en correspondiente a la calicata C-1.

Los resultados del ensayo de compresión simple (MTC E 1103) para la calicata C-3 se muestran a continuación:

Tabla 19: Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°3

DOSIFICACIÓN CON MUCÍLAGO DE NOPAL - CALICATA N° 3			
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	Compresión simple (Kg/cm2)
M0	0.0	0.0	2.4
M1	3.0	115.5	6.9
M2	6.0	231.0	14.7
M3	9.0	346.5	20.9

Consideraciones	
Cantidad de muestra (Kg)	3.5
Densidad Mucílago (gr/cm3)	1.1

Fuente: Elaboración propia.

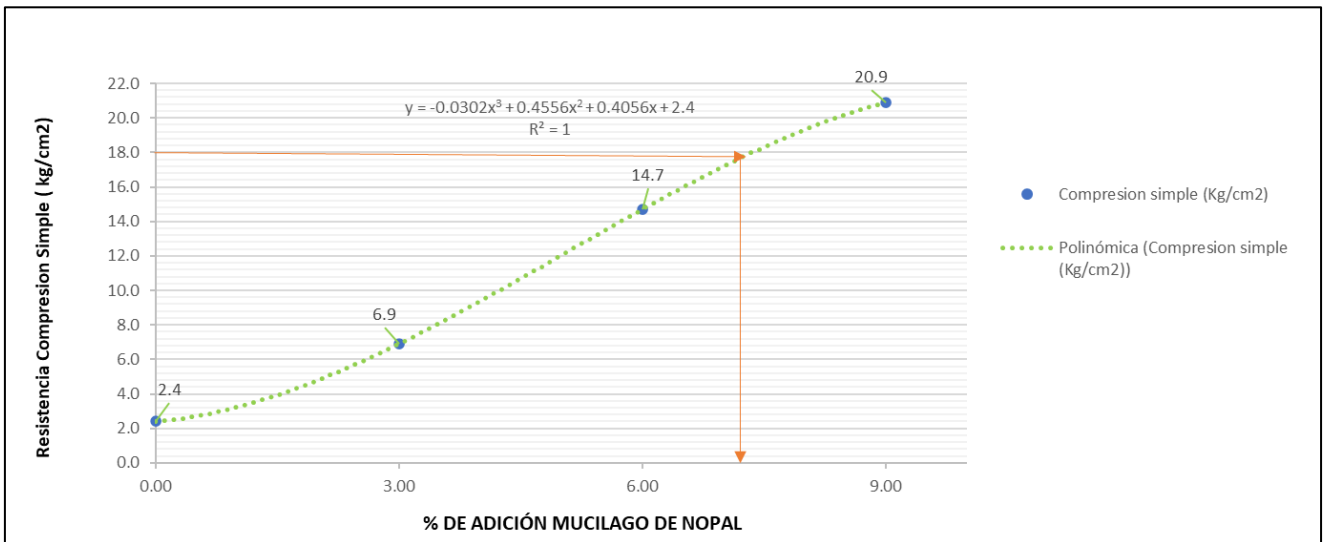


Figura 13: Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada – Calicata N°3

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados de la resistencia a la compresión simple no confinada que se pueden observar en la tabla 19 y figura 13, se determinó que el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada va aumentando según se incrementa la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-3 sin estabilizar es de 2.4 Kg/cm², el valor de la resistencia a la compresión simple no

confinada de la calicata C-3 con la adición de 3% mucílago de nopal es de 6.9 Kg/cm², el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-3 con la adición de 6% mucílago de nopal es de 14.7 Kg/cm² y finalmente el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-3 con la adición de 9% mucílago de nopal es de 20.9 Kg/cm².

Asimismo, cabe mencionar que el MTC recomienda el valor de 18 Kg/cm² como el mínimo en suelos de subrasantes estabilizadas, por lo que según se puede observar estaría cumpliendo esta condición la dosificación de adición de 9% de mucílago de nopal en correspondencia a la calicata C-3.

Finalmente, los resultados del ensayo de compresión simple (MTC E 1103) para la calicata C-4 se detallan a continuación:

Tabla 20: *Resultados del ensayo de compresión simple – Calicata N°4*

DOSIFICACIÓN CON MUCÍLAGO DE NOPAL - CALICATA N° 4			
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	Compresión simple (Kg/cm²)
M0	0.0	0.0	10.7
M1	3.0	115.5	14.4
M2	6.0	231.0	19.8
M3	9.0	346.5	27.6

Consideraciones	
Cantidad de muestra (Kg)	3.5
Densidad Mucílago (gr/cm ³)	1.1

Fuente: Elaboración propia.

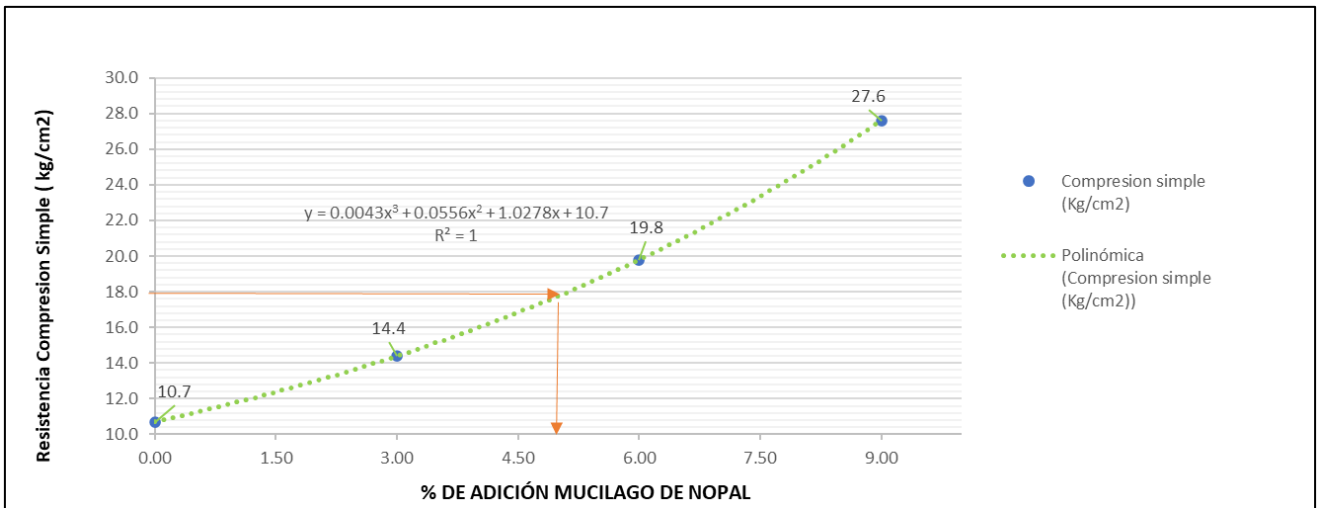


Figura 14: Tendencia del valor de la resistencia a la compresión simple no confinada – Calicata N°4

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados de la resistencia a la compresión simple no confinada que se pueden observar en la tabla 20 y figura 14, se determinó que el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada va aumentando según se incrementa la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-4 sin estabilizar es de 10.7 Kg/cm², el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-4 con la adición de 3% mucílago de nopal es de 14.4 Kg/cm², el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-4 con la adición de 6% mucílago de nopal es de 19.8 Kg/cm² y finalmente el valor de la resistencia a la compresión simple no confinada de la calicata C-4 con la adición de 9% mucílago de nopal es de 27.6 Kg/cm².

Asimismo, cabe mencionar que el MTC recomienda el valor de 18 Kg/cm² como el mínimo en suelos de subrasantes estabilizadas, por lo que según se puede observar estaría cumpliendo esta condición la dosificación de adición de 6% y 9% de mucílago de nopal en correspondencia a la calicata C-4.

4.1.3.2. Ensayo de capacidad de soporte - CBR

Los resultados del ensayo de capacidad de soporte -CBR (MTC E 132) para la calicata C-1 se presentan a continuación:

Tabla 21: Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°1

DOSIFICACIÓN CON MUCÍLAGO DE NOPAL CALICATA N° 1				
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	CBR 100%MDS	CBR 95%MDS
M0	0.0	0.0	5.1	3.6
M1	3.0	561.0	8.5	7.4
M2	6.0	1122.0	12.2	10.1
M3	9.0	1683.0	14.8	14.3

Consideraciones		
Cantidad de muestra	17.0	Kg.
Densidad Mucílago	1.1	gr/cm3

Fuente: Elaboración propia.

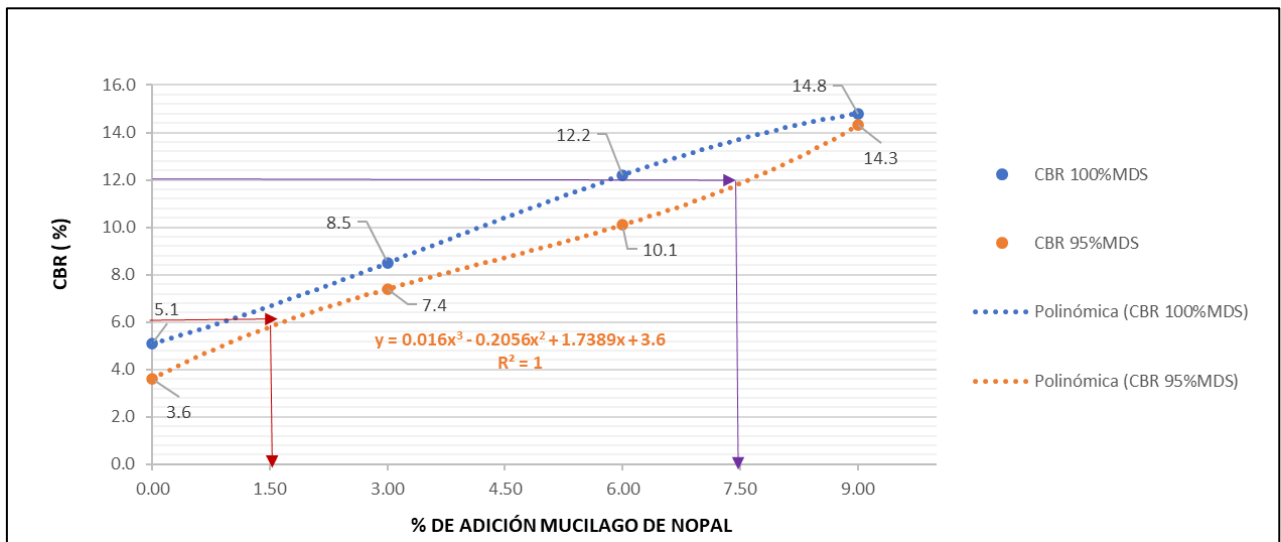


Figura 15: Tendencia del valor del CBR – Calicata N°1

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados del CBR obtenidos que se observan en la tabla 21 y figura 15, se determinó que el valor porcentual del CBR va incrementando según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor del CBR de la calicata C-1 sin estabilizar al 95% de la MDS es de 3.6% y al 100% de la MDS es de 5.1%, el valor del CBR de la calicata C-1 con la adición de 3% mucílago de nopal al 95% de la MDS es de 7.4% y al 100% de la MDS es de 8.5%, el valor del CBR de la calicata C-1 con la adición de 6% mucílago de nopal al 95% de la

MDS es de 10.1% y al 100% de la MDS es de 12.2% y finalmente el valor del CBR de la calicata C-1 con la adición de 9% mucílago de nopal al 95% de la MDS es de 14.3% y al 100% de la MDS es de 14.8%.

Asimismo, el Manual de carreteras de MTC, sección de suelos, geología geotecnia y pavimentos, capítulo III, subcapítulo 3.3 Subrasante del camino, nos indica que los suelos adecuados y estables son los que tienen un $CBR \geq 6\%$, en caso de que el suelo de la subrasante, tenga un $CBR < 6\%$ se considerará una subrasante insuficiente o subrasante inadecuada. Basándonos en lo anterior en esta investigación, se estaría cumpliendo con la condición del $CBR \geq 6\%$ con la dosificación mínima de mucílago de nopal de 1.67% con respecto al peso en Kg del suelo.

Los resultados del ensayo de capacidad de soporte - CBR (MTC E 132) para la calicata C-3 se presenta a continuación:

Tabla 22: Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°3

DOSIFICACIÓN CON MUCÍLAGO DE NOPAL CALICATA N° 3				
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	CBR 100%MDS	CBR 95%MDS
M0	0.0	0.0	3.5	3.2
M1	3.0	561.0	6.7	5.1
M2	6.0	1122.0	9.7	8.2
M3	9.0	1683.0	11.6	10.1
Consideraciones				
	Cantidad de muestra		17.0	Kg.
	Densidad Mucílago		1.1	gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia.

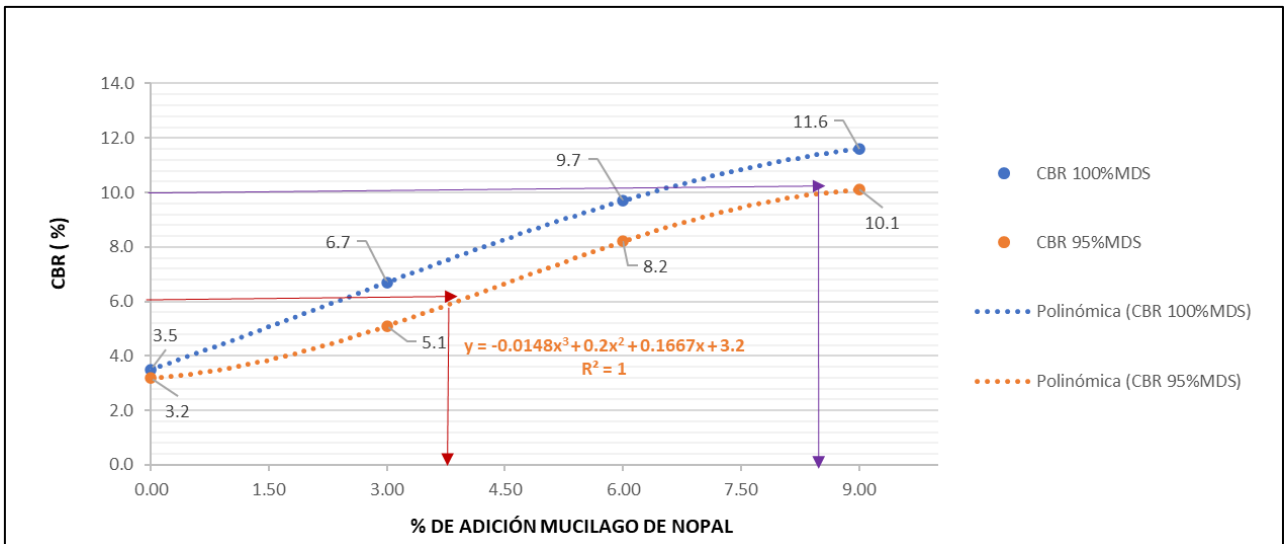


Figura 16: Tendencia del valor del CBR – Calicata N°3

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados del CBR obtenidos que se observan en la tabla 22 y figura 16 se determinó que el valor porcentual del CBR va incrementando según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor del CBR de la calicata C-3 sin estabilizar al 95% de la MDS es de 3.2% y al 100% de la MDS es de 3.5%, el valor del CBR de la calicata C-3 con la adición de 3% mucílago de nopal al 95% de la MDS es de 5.1% y al 100% de la MDS es de 6.7%, el valor del CBR de la calicata C-3 con la adición de 6% mucílago de nopal al 95% de la MDS es de 8.2% y al 100% de la MDS es de 9.7% y finalmente el valor del CBR de la calicata C-3 con la adición de 9% mucílago de nopal al 95% de la MDS es de 10.1% y al 100% de la MDS es de 11.6%.

Asimismo, el Manual de carreteras de MTC, sección de suelos, geología geotecnia y pavimentos, capítulo III, subcapítulo 3.3 Subrasante del camino, nos indica que los suelos adecuados y estables son los que tienen un CBR $\geq 6\%$, en caso de que el suelo de la subrasante, tenga un CBR $< 6\%$ se considerará una subrasante insuficiente o subrasante inadecuada. Basándonos en lo anterior, en esta investigación se estaría cumpliendo con la condición del CBR $\geq 6\%$ con la dosificación mínima de mucílago de nopal de 4.1% con respecto al peso en Kg del suelo.

Finalmente, los resultados del ensayo de capacidad de soporte -CBR (MTC E 132) para la calicata C-4 se presenta a continuación:

Tabla 23: Resultados del CBR a- 95%-100% de la MDS – Calicata N°4

DOSIFICACIÓN CON MUCÍLAGO DE NOPAL CALICATA N° 4				
IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	MUCÍLAGO NOPAL (mlt)	CBR 100%MDS	CBR 95%MDS
M0	0.0	0.0	8.3	7.0
M1	3.0	561.0	12.7	11.2
M2	6.0	1122.0	17.1	14.4
M3	9.0	1683.0	18.5	17.6

Consideraciones		
Cantidad de muestra	17.0	Kg.
Densidad Mucílago	1.1	gr/cm3

Fuente: Elaboración propia.

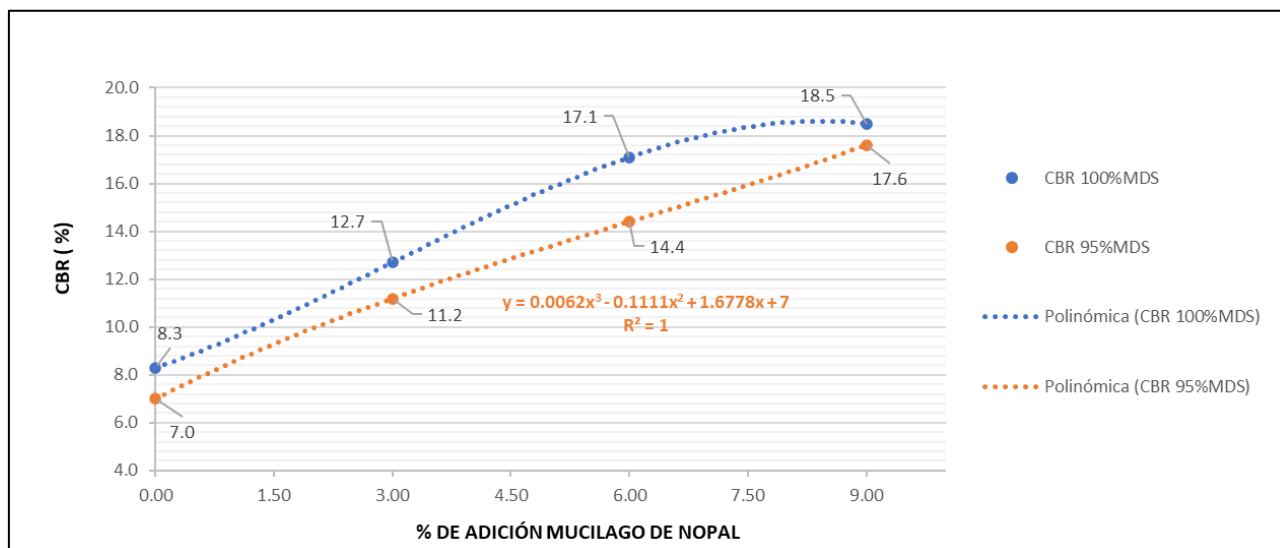


Figura 17: Tendencia del valor del CBR – Calicata N°4

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados del CBR obtenidos que se observan en la tabla 23 y figura 17, se determinó que el valor porcentual del CBR va incrementando según se aumenta la cantidad de mucílago de nopal. Siendo así que el valor del CBR de la calicata C-4 sin estabilizar al 95% de

la MDS es de 7.0% y al 100% de la MDS es de 8.3%, el valor del CBR de la calicata C-4 con la adición de 3% mucílago de nopal al 95% de la MDS es de 11.2% y al 100% de la MDS es de 12.7%, el valor del CBR de la calicata C-4 con la adición de 6% mucílago de nopal al 95% de la MDS es de 14.4% y al 100% de la MDS es de 17.1% y finalmente el valor del CBR de la calicata C-4 con la adición de 9% mucílago de nopal al 95% de la MDS es de 17.6% y al 18.5% de la MDS es de 11.6%.

Asimismo, según el Manual de carreteras de MTC, sección de suelos, geología geotecnia y pavimentos, capítulo III, subcapítulo 3.3 Subrasante del camino, nos indica que los suelos adecuados y estables son los que tienen un $CBR \geq 6\%$, en caso de que el suelo de la subrasante, tenga un $CBR < 6\%$ se considerará una subrasante insuficiente o subrasante inadecuada. Basándonos en lo anterior, en esta investigación se estaría cumpliendo con la condición del $CBR \geq 6\%$ con la dosificación mínima de mucílago de nopal de 0% y máxima de 9% con respecto al peso en Kg del suelo.

4.1.4. Dosificación óptima de adición de mucílago de nopal para el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia

Para poder determinar la dosificación óptima de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante nos basamos en los parámetros de resistencia que nos indica el MTC: CBR mayor o igual que 6% es equivalente a un suelo adecuado. Siendo así se muestra a continuación los siguientes resultados:

Tabla 24: CBR al 95% de la MDS de las calicatas analizadas

IDENT.	MUCÍLAGO NOPAL (%)	CBR 95%MDS
Calicata N°1	0.0	3.6
	3.0	7.4
	6.0	10.1
	9.0	14.3
Calicata N°3	0.0	3.2
	3.0	5.1
	6.0	8.2
	9.0	10.1
Calicata N°4	0.0	7.0
	3.0	11.2
	6.0	14.4
	9.0	17.6

Fuente: Elaboración propia.

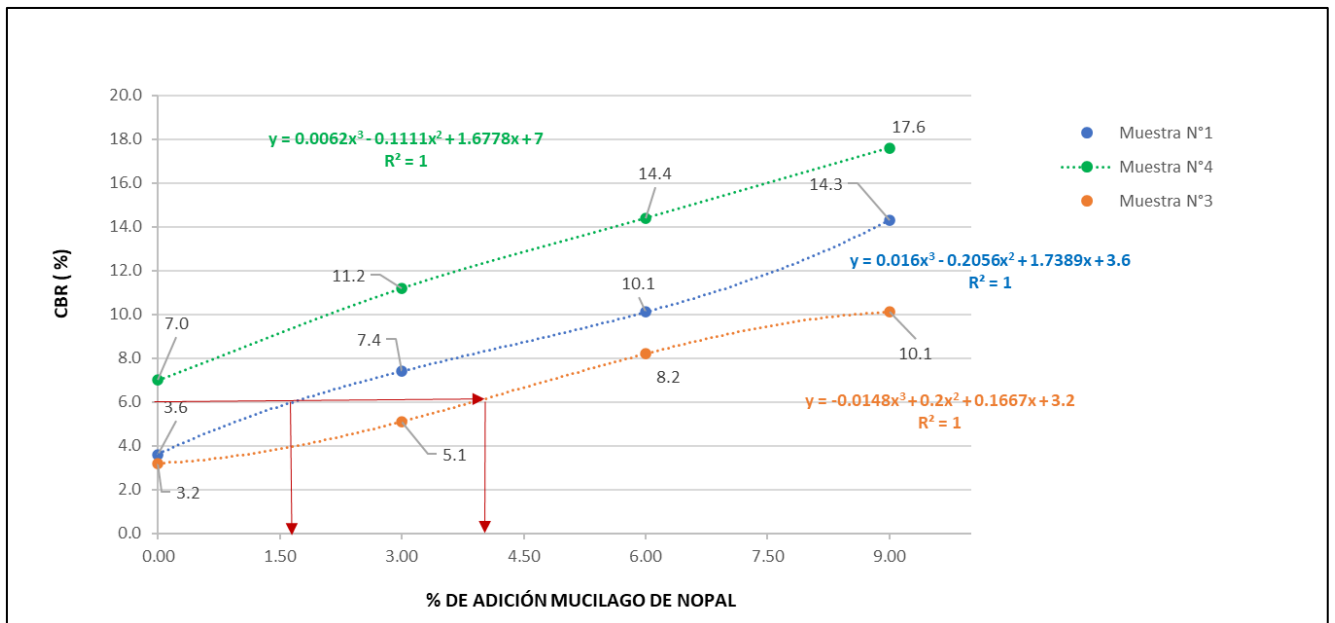


Figura 18: Tendencia del valor del CBR al 95% de la MDS – Calicata N°1 – Calicata N°3 – Calicata N°4

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos en el ensayo de CBR al 95% de la MDS se puede observar que para cumplir con la condición de MTC de que el CBR tiene que ser mayor o igual

al 6% para que acepte la subrasante, se tiene que la dosificación de adición mínima de mucílago de nopal para la calicata C-1 es de 1.7%, mientras que para la calicata C-3 la dosificación mínima de mucílago de nopal es de 3.9%, asimismo para la calicata C-4 la dosificación mínima de mucílago de nopal es de 0.1%, alcanzando con las tres dosificaciones el porcentaje mínimo de CBR según la norma. Sin embargo, para esta investigación se plantearon las dosificaciones de 0%, 3%, 6% y 9% de adición de mucílago de nopal, por lo que estarían cumpliendo el porcentaje mínimo de CBR por norma, la calicata C-1 las adiciones de 6% y 9%; para la calicata C-3 la adición de 9%, finalmente para la calicata C-4 cumpliría las dosificaciones de 0%, 3%, 6% y 9%. Concluyendo entonces para esta investigación que la dosificación óptima de adición de mucílago de nopal será del 9% para el mejoramiento de suelos arcillosos.

4.2. Prueba de hipótesis

Para la demostración de las hipótesis planteadas, sólo se contrastará la dosificación de mucílago de nopal en las características físicas y mecánicas de la subrasante, tanto para la calicata C-1, C-3 y C-4, para lo cual en primer lugar se realizó la prueba de ANOVA mediante el diseño en bloques completamente al azar con la finalidad de determinar si las muestras tienen diferencias significativas para posteriormente realizar la comparación múltiple de los tratamientos por medio de la prueba de Tukey.

4.2.1. Prueba de hipótesis para las características físicas de la subrasante.

Considerando la hipótesis planteada: “La adición de mucílago de nopal aumenta significativamente el óptimo contenido de humedad y disminuye significativamente la máxima densidad seca de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022”, se pretende dividir la contrastación de hipótesis para la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.

4.2.1.1. Prueba hipótesis para la máxima densidad seca (MDS)

Se presenta a continuación la tabla de dosificaciones de mucílago de nopal (tratamientos) para cada muestra analizada (bloques), propuesta para la máxima densidad seca (MDS) de las muestras examinadas.

Tabla 25: *Máxima densidad seca (MDS) según tratamientos y bloques*

Bloques	Tratamientos			
	0% MN	3% MN	6% MN	9% MN
Calicata N°1	1.655	1.600	1.581	1.566
Calicata N°3	1.573	1.544	1.474	1.452
Calicata N°4	1.482	1.449	1.400	1.379

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza – Prueba ANOVA

- i.** Se realizó el planteamiento de las hipótesis

H_0 : *La máxima densidad seca (MDS) con la adición de mucílago de nopal no tienen diferencias significativas.*

H_1 : *La máxima densidad seca (MDS) con la adición de mucílago de nopal tienen diferencias significativas.*

Donde:

H_0 : Hipótesis nula

H_a : Hipótesis alternativa

- ii.** Se trabajó con un nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- iii.** Se realiza el análisis de varianza utilizando el software SPSS 25, mediante la prueba estadística ANOVA.
- iv.** Regla de decisión
Si p-valor ≤ 0.05 ... Se rechaza la hipótesis nula
Si p-valor > 0.05 ... Se acepta la hipótesis nula

Tabla 26: Análisis de varianza para la máxima densidad seca (MDS)

Análisis de Varianza					
Variable dependiente: Máxima Densidad Seca MDS					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,080 ^a	5	,016	89,15	,000
Intersección	27,467	1	27,467	153661,55	,000
Muestra	,060	2	,030	167,514	,000
Dosificación de MN	,020	3	,007	36,909	,000
Error	,001	6	,000		
Total	27,548	12			
Total, corregido	,081	11			

a. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,976)

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior se tiene que la dosificación de MN (Tratamientos) muestra un p-valor=0.000 y las muestras (bloques) muestran un p-valor=0.000 por lo que:

Si p-valor < 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

v. Conclusión

Muestras: Los tratamientos con diferentes dosificaciones de mucílago de nopal tienen una mínima diferencia e influyen significativamente en la máxima densidad seca MDS de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.

Dosificación de MN: La máxima densidad seca MDS de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia tienen una diferencia significativa de acuerdo al % de adición de mucílago de nopal.

4.2.1.2. Óptimo contenido de humedad (OCH).

Se presenta a continuación la tabla de dosificaciones de mucílago de nopal (tratamientos) para cada ejemplo analizado (bloques), propuesta para el óptimo contenido de humedad (OCH) de las muestras examinadas.

Tabla 27: Óptimo contenido de humedad (OCH) según tratamientos y bloques

Bloques	Tratamientos			
	0% MN	3% MN	6% MN	9% MN
Calicata N°1	24.1	25.3	28.3	29.7
Calicata N°3	21.7	22.2	25.3	27.0
Calicata N°4	19.3	21.9	23.4	28.6

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza – Prueba ANOVA

- i.** Se realizó el planteamiento de las hipótesis

H_0 : El óptimo contenido de humedad (OCH) con la adición de mucílago de nopal no tienen diferencias significativas.

H_1 : El óptimo contenido de humedad (OCH) con la adición de mucílago de nopal tienen diferencias significativas.

Donde:

H_0 : Hipótesis nula

H_a : Hipótesis alternativa

- ii.** Se trabajó con un nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- iii.** Se realiza el análisis de varianza utilizando el software SPSS 25, mediante la prueba estadística ANOVA.
- iv.** Regla de decisión
- Si $p\text{-valor} \leq 0.05$... Se rechaza la hipótesis nula
- Si $p\text{-valor} > 0.05$... Se acepta la hipótesis nula

Tabla 28: Análisis de varianza para el óptimo contenido de humedad - OCH

Análisis de Varianza					
Variable dependiente: Óptimo contenido de humedad - OCH					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	106,973a	5	21,395	19,769	,001
Intersección	7340,853	1	7340,853	6783,129	,000
Muestra	28,007	2	14,003	12,939	,007
Dosificación de MN	78,967	3	26,322	24,322	,001
Error	6,493	6	1,082		
Total	7454,320	12			
Total, corregido	113,467	11			

a. R al cuadrado = ,943 (R al cuadrado ajustada = ,895)

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior se tiene que la dosificación de MN (Tratamientos) muestra un p-valor=0.007 y las muestras (bloques) muestran un p-valor=0.001 por lo que:

Si p-valor < 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

v. Conclusión

Muestras: Los tratamientos con diferentes dosificaciones de mucílago de nopal tienen una mínima diferencia e influyen significativamente en el óptimo contenido de humedad OCH de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.

Dosificación de MN: El óptimo contenido de humedad OCH de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia tiene una diferencia significativa de acuerdo al % de adición de mucílago de nopal.

4.2.2. Prueba de hipótesis para las características mecánicas de la subrasante.

4.2.2.1. Resistencia a la compresión simple

Se presenta a continuación la tabla de dosificaciones de mucílago de nopal (tratamientos) para cada muestra analizada (bloques), propuesta para la resistencia a la compresión simple de las muestras analizadas.

Tabla 29: Resistencia a la compresión simple según tratamientos y bloques

Bloques	Tratamientos			
	0% MN	3% MN	6% MN	9% MN
Calicata N°1	3.4	8.5	18.2	25.9
Calicata N°3	2.4	6.9	14.7	20.9
Calicata N°4	10.7	14.4	19.8	27.6

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza – Prueba ANOVA

- i.** Se realizó el planteamiento de las hipótesis

H_0 : La resistencia a la compresión simple con la adición de mucílago de nopal no tienen diferencias significativas.

H_1 : La resistencia a la compresión simple con la adición de mucílago de nopal tienen diferencias significativas.

Donde:

H_0 : Hipótesis nula

H_a : Hipótesis alternativa

- ii.** Se trabajó con un nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- iii.** Se realiza el análisis de varianza utilizando el software SPSS 25, mediante la prueba estadística ANOVA.
- iv.** Regla de decisión
- Si $p\text{-valor} \leq 0.05$... Se rechaza la hipótesis nula
- Si $p\text{-valor} > 0.05$... Se acepta la hipótesis nula

Tabla 30: Análisis de varianza para la resistencia a la compresión simple

Análisis de Varianza					
Variable dependiente: Resistencia a la compresión simple					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	748,452a	5	149,690	65,566	,000
Intersección	2505,630	1	2505,630	1097,490	,000
Muestra	96,435	2	48,217	21,120	,002
Dosificación de MN	652,017	3	217,339	95,196	,000
Error	13,698	6	2,283		
Total	3267,780	12			
Total, corregido	762,150	11			

a. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,976)

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior se tiene que la dosificación de MN (Tratamientos) muestra un p-valor=0.002 y las muestras (bloques) muestran un p-valor=0.000 por lo que:

Si p-valor < 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

v. Conclusión

Muestras: Los tratamientos con diferentes dosificaciones de mucílago de nopal tienen diferencias e influyen significativamente en la resistencia a la compresión simple de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.

Dosificación de MN: La resistencia a la compresión simple de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia tiene una diferencia significativa de acuerdo al % de adición de mucílago de nopal.

Prueba de comparación múltiple

Ya que el análisis de varianza mediante la prueba F demostró diferencias significativas se realizó la prueba de comparación múltiple de TUKEY para determinar el tratamiento con mejores resultados.

- i. Se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey

Tabla 31: Prueba de Tukey – resistencia a la compresión simple

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
0,00	3	5,5000		
3,00	3	9,9333	9,9333	
6,00	3		17,5667	17,5667
9,00	3			24,8000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

- ii. Conclusión

Según los resultados obtenidos en la prueba de Tukey se concluye que los tratamientos de 0% MN y 3% MN son estadísticamente similares. Asimismo, los tratamientos de 3% MN y 6% MN son estadísticamente similares y finalmente los tratamientos de 6% MN y 9% MN son estadísticamente similares, además el tratamiento que presenta mejores resultados es el de 9% MN.

4.2.2.2. CBR al 95% de la MDS

Se presenta a continuación la tabla de dosificaciones de mucílago de nopal (tratamientos) para cada muestra analizada (bloques), propuesta para el CBR al 95% de MDS de las muestras analizadas.

Tabla 32: Resistencia a la compresión simple según tratamientos y bloques

Bloques	Tratamientos			
	0% MN	3% MN	6% MN	9% MN
Calicata N°1	3.6	7.4	10.1	14.3
Calicata N°3	3.2	5.1	8.2	10.1
Calicata N°4	7.0	11.2	14.4	17.9

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza – Prueba ANOVA

- i. Se realizó el planteamiento de las hipótesis

H_0 : El CBR al 95% de la MDS con la adición de mucílago de nopal no tiene diferencias significativas.

H_1 : El CBR al 95% de la MDS con la adición de mucílago de nopal tiene diferencias significativas

Donde:

H_0 : Hipótesis nula

H_a : Hipótesis alternativa

- ii. Se trabajó con un nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- iii. Se realiza el análisis de varianza utilizando el software SPSS 25, mediante la prueba estadística ANOVA.
- iv. Regla de decisión
- Si $p\text{-valor} \leq 0.05$... Se rechaza la hipótesis nula
- Si $p\text{-valor} > 0.05$... Se acepta la hipótesis nula

Tabla 33: *Análisis de varianza para el CBR al 95% de la MDS*

Análisis de Varianza					
Variable dependiente: CBR al 95% de la MDS					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	221,938a	5	44,388	50,203	,000
Intersección	1054,688	1	1054,688	1192,861	,000
Muestra	73,055	2	36,527	41,313	,000
Dosificación de MN	148,883	3	49,628	56,129	,000
Error	5,305	6	,884		
Total	1281,930	12			
Total, corregido	227,243	11			

a. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,976)

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior se tiene que la dosificación de MN (Tratamientos) muestra un $p\text{-valor}=0.000$ y las muestras (bloques) muestran un $p\text{-valor}=0.000$ por lo que:

Si p-valor < 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

v. Conclusión

Muestras: Los tratamientos con diferentes dosificaciones de mucílago de nopal tienen diferencias e influyen significativamente en el CBR al 95 % de la MDS de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.

Dosificación de MN: El CBR al 95 % de la MDS de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia tiene una diferencia significativa de acuerdo al % de adición de mucílago de nopal.

Prueba de comparación múltiple

Ya que el análisis de varianza mediante la prueba F demostró diferencias significativas se realizó la prueba de comparación múltiple de TUKEY para determinar el tratamiento con mejores resultados.

i. Se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey

Tabla 34: *Prueba de Tukey – CBR al 95% de la MDS*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0,00	3	4,6000	
3,00	3	7,9000	7,9000
6,00	3	10,9000	10,9000
9,00	3		14,1000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ii. Conclusión

Según los resultados obtenidos en la prueba de Tukey se concluye que los tratamientos de 0% MN, 3%MN y 6%MN son estadísticamente similares.

Asimismo, el tratamiento de 3%MN, 6%MN y 9%MN, además el tratamiento que presenta mejores resultados es el de 9% MN.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Discusión 1.

Se planteó como objetivo general determinar en qué medida influye la adición de mucílago de Nopal en el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022. Kulshreshtha et al. (2022) mencionan que efectivamente la adición de mucílago de nopal influye en las características físicas de la mezcla de tierra, aumentando 25 veces la resistencia al agua. Asimismo, Ovando (2012), indica que el mucílago de nopal pertenece al grupo de polímeros naturales y estas presentan una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen entre sí, por lo que en combinación con los suelos mejora las propiedades de la misma. Con respecto a esta investigación se puede afirmar que es posible estabilizar o mejorar las subrasantes de un suelo arcilloso pobre y muy pobre con la adición óptima del 9% de mucílago de nopal con respecto al peso seco del suelo, mejorando las características físicas y mecánicas del mismo. En el estudio realizado por Sánchez (2021), menciona que las dosis de 1.5% y 3% de mucílago de tuna (respecto al peso seco del suelo) presentan aumento en CBR al 95% de la MDS, así como mejora las características físicas de la mezcla de suelo. En la presente investigación se analizó el 3%, 6% y 9% de adición de MN, donde se obtuvo la dosificación óptima de 9%. Estos resultados obtenidos son consistentes con los que se encuentran en estudios previos, compartiendo ideas similares tal como que a medida que se incrementa la dosificación de MN mejora las características mecánicas de la subrasante, así como lo explica Sánchez (2021), donde menciona que la dosificación adecuada de mucílago de tuna es de 4.5%.

4.3.2. Discusión 2.

Se planteó como primer objetivo específico determinar la influencia del mucílago de Nopal en las características físicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia. Mendizabal (2019) menciona que el mucílago de penca de tuna efectivamente modifica el

comportamiento físico de las mezclas de suelo, indicando que para un suelo arcilloso (A-6(19)) hay una disminución de la MDS en un 5.62% y un aumento del 25.6% del OCH con la dosificación de 25% de mucílago de penca de tuna (respecto al OCH). Asimismo, Ovando (2012) indica que el mucílago de nopal, que es un polímero natural, contiene un % de arabinosa que ayuda a que las micromoléculas se unan entre sí, y así unir el suelo volviéndolo más impermeable, por lo que mejora sus propiedades físicas. Con respecto a esta investigación, podemos afirmar que la adición de mucílago de nopal (MN) en la subrasante de suelos arcillosos de la calicata C-1 (A-7-6 (11)) disminuye la MDS y aumenta el OCH. Encontrándose así que la adición de 9% de MN (respecto a peso en kg del suelo) presentó los mejores resultados con un valor de la MDS de 1.566tn/m³, que en porcentaje representa una disminución del 5.38% respecto a la calicata sin estabilizar y un 29.7% del OCH que en porcentaje representa un aumento de 23.2% respecto a la calicata sin estabilizar. De igual manera para la subrasante de la calicata C-3 (A-7-6 (12)) disminuye la MDS y aumenta el OCH. Encontrándose así que la adición de 9% de MN presentó los mejores resultados con un valor de la MDS de 1.452 tn/m³, que en porcentaje representa una disminución del 7.69% respecto a la calicata sin estabilizar y un 24.4% del OCH, que en porcentaje representa un aumento de 23.2% respecto a la calicata sin estabilizar. En el estudio realizado por Huamán y Reaño (2021), se plantearon las adiciones de mucílago de cactus San Pedro *Echinopsis pachanoi* al 0%, 30%, 60% y 90% (respecto al OCH) para el mejoramiento de subrasantes, donde encontraron un suelo limo arcilloso (A-7-5(20)), así también determinaron que la MDS disminuye a medida que aumenta la dosificación del mucílago y aumenta el OCH. Encontrándose que la dosificación óptima de mucílago de cactus San Pedro es del 90%, siendo así que la MDS = 1.31 tn/m³, lo que en porcentajes representa una disminución de 9.66% y un OCH de 37.88%, que en porcentajes representa un aumento del 68%. En la presente investigación se analizó el 3%, 6% y 9% de adición de MN, donde se obtuvo los resultados de la MDS y OCH a las calicatas estudiadas, y a su vez estos obtenidos son consistentes con los que se encuentran en estudios previos, compartiendo ideas similares tal como que a medida que se incrementa la dosificación de MN disminuye gradualmente la MDS y aumenta gradualmente el OCH. Así lo explica Huamán y Reaño (2021), puesto que la diferencia en esta investigación sería el uso de mucílago de nopal frente al uso de mucílago de cactus San Pedro *Echinopsis pachanoi*. Así también, en esta investigación se evidenció

los cambios de las características físicas de la subrasante (MDS y OCH), mientras que Kulshreshtha et al. (2022) enfocaron su estudio en las características físicas del suelo (permeabilidad).

4.3.3. Discusión 3.

Se planteó como segundo objetivo específico determinar la influencia del mucílago de Nopal en las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carreta Rosario-Sivia. Huamán y Reaño (2021) mencionan que la adición de mucílago de cactus San Pedro aumenta las características mecánicas de la subrasante, así consiguió un incremento del 341% en el CBR al 95% de la MDS con un valor de 7.45% respecto a la calicata de suelo arcilloso sin alterar (A-7-5(20)) con una dosificación del 90% de mucílago de San Pedro (respecto al OCH). Asimismo, Ovando (2012) indica que el mucílago de nopal pertenece al grupo de polímeros naturales, y estos aditamentos naturales presentan una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen entre sí, por lo que en combinación con los suelos mejora la resistencia de los mismos. Con respecto a esta investigación, podemos afirmar que la adición de mucílago de nopal (MN) en la subrasante de suelos arcillosos de la calicata C-1 (A-7-6 (11)) aumenta las características mecánicas. Encontrándose así que la adición de 9% de MN (respecto al peso seco del suelo) presentó los mejores resultados con un valor de 14.3% del CBR al 95% de la MDS, presentando un aumento del 297.22% respecto a la calicata sin estabilizar. Asimismo, presentó un aumento del 661.76% de la resistencia a la compresión simple con un valor de 25.9 Kg/cm² con respecto al suelo sin estabilizar. De igual manera, para la subrasante de la calicata C-3 (A-7-6 (12)) aumenta las características mecánicas. Encontrándose así que la adición de 9% de MN (respecto al peso seco del suelo) presentó los mejores resultados con un valor de 10.1% del CBR al 95% de la MDS, representando un aumento del 215.63% respecto a la calicata sin estabilizar. De igual forma, presentó un aumento del 770.83% de la resistencia a la compresión simple con un valor de 20.9 Kg/cm² con respecto al suelo sin estabilizar. En el estudio realizado por Sánchez (2021), menciona que en las dosis de 1.5% y 3% de mucílago de tuna (respecto al peso seco del suelo) se presentan aumentos en CBR al 95% de la MDS, mientras que cuando llega a la dosificación de 4.5% de mucílago de tuna del CBR al 95% de la MDS empieza a disminuir. En la presente investigación se analizó el 3%, 6% y 9% de adición de MN (respecto al peso seco del suelo), donde se obtuvo que los resultados del CBR al 95%

aumentan a medida que se adiciona el MN. A su vez, estos resultados obtenidos son consistentes con los que se encuentran en estudios previos, compartiendo ideas similares a Sánchez (2021), donde indica que a medida que se incrementa el mucílago de tuna, aumenta el CBR al 95% de la MDS. Sin embargo este autor considera el punto de declive la dosificación de 4.5%, mientras que en nuestra investigación presenta incrementos hasta en un 9% de adición de MN.

4.3.4. Discusión 4.

Se planteó como tercer objetivo específico determinar la dosis óptima de adición de mucílago de Nopal en el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia. Castromonte (2021) menciona que la adición de mucílago de nopal mejora las condiciones físicas y mecánicas del suelo utilizado en adobes, donde se enfatiza el aumento de la resistencia a la compresión simple de 19.50 kg/cm² de la calicata sin alterar a 28.33 kg/cm² con una adición óptima de mucílago de nopal de 55% (respecto a la cantidad de agua de la mezcla). Con respecto a esta investigación, se tiene que la dosificación de adición mínima de mucílago de nopal para la calicata C-1 es de 1.7%, mientras que para la calicata C-3 la dosificación mínima de mucílago de nopal es de 3.9%, alcanzando con ambas dosificaciones el porcentaje mínimo de CBR, según norma. Sin embargo, para esta investigación se plantearon las dosificaciones de 0%, 3%, 6% y 9% de adición de mucílago de nopal, por lo que estarían cumpliendo el porcentaje mínimo de CBR por norma, la calicata C-1 las adiciones de 3% y 9% y para la calicata C-3 la adición de 9%. Concluyendo entonces, para esta investigación, que la dosificación óptima de adición de mucílago de nopal será del 9% para el mejoramiento de suelos arcillosos. En el estudio realizado por Mendizabal (2018), menciona que la adición de mucílago de tuna (respecto al OCH) aumenta las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, donde propuso las dosificaciones de 0%, 25%, 50% y 75% de mucílago de tuna, también determinó la dosificación óptima de 75% obteniendo un valor del CBR al 95% de la MDS de 11.10%, que en porcentaje equivale a un aumento del 38% respecto a la calicata sin alterar. Para la presente investigación, la dosificación óptima de mucílago de nopal fue de 9% (respecto al peso seco del suelo), a su vez estos resultados obtenidos son consistentes con los que se encuentran en estudios previos, compartiendo ideas similares a Mendizabal (2018), quien propone la dosificación óptima en 75% (respecto al OCH).

CONCLUSIONES

- En conformidad con los resultados que se alcanzaron en los diferentes ensayos de laboratorio, se puede afirmar que sí es posible mejorar física y mecánicamente la subrasante de un suelo arcilloso pobre y muy pobre con la adición óptima del 9% de mucílago de nopal con respecto al peso seco del suelo.
- La adición de mucílago de nopal influye en las características físicas de la subrasante, siendo así que para la calicata C-1 que presenta un índice de plasticidad $IP = 22.9\%$, clasifica el suelo por su IP como un suelo muy arcilloso. Asimismo, según la clasificación AASHTO lo considera como un suelo muy pobre (A-7-6 (11)), ya que presenta una máxima densidad seca (MDS) de 1.655 tn/m^3 y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 24.1% . Se encontró mejores resultados con una adición de 9% de mucílago de nopal, donde se obtuvo una $MDS = 1.566 \text{ tn/m}^3$, presentando una disminución del 5.38% respecto a la calicata sin estabilizar; para el OCH se obtuvo un valor de 29.7% , presentando un aumento de 23.2% respecto a la calicata sin estabilizar. Asimismo, para la calicata C-3 que presenta un índice de plasticidad $IP = 19.9\%$, clasifica el suelo por su IP como un suelo arcilloso. Según la clasificación AASHTO, lo considera como un suelo muy pobre (A-7-6 (12)), presenta una máxima densidad seca (MDS) de 1.573 tn/m^3 y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 21.7% . Se encontró mejores resultados con la adición de 9% de mucílago de nopal, donde se obtuvo una $MDS = 1.452 \text{ tn/m}^3$, presentando una disminución del 7.69% respecto a la calicata sin estabilizar; para el OCH se obtuvo un valor de 21.7% , presentando un aumento de 24.4% respecto a la calicata sin estabilizar.
- La adición de mucílago de nopal influye en las características mecánicas de la subrasante, siendo así que para la calicata C-1 presenta parámetros de resistencia deficientes, mostrando valores de resistencia a la compresión no confinada de 3.4 Kg/cm^2 y un valor de 3.6% de CBR al 95% de la MDS, donde se obtuvo los mejores resultados con una adición de 9% de mucílago de nopal, en tanto la resistencia a la compresión simple no confinada arrojó un valor de 25.9 Kg/cm^2 , presentando un

aumento del 661.76% respecto a la calicata sin estabilizar y, finalmente, presentó un valor de 14.3% del CBR al 95% de la MDS, demostrando un aumento del 297.22% respecto a la calicata sin estabilizar. Asimismo, para la calicata C-3 presenta parámetros de resistencia deficientes, demostrando valores de resistencia a la compresión no confinada de 2.4 Kg/cm² y un valor de 3.2% de CBR al 95 % de la MDS, donde se obtuvo los mejores resultados con una adición de 9% de mucílago de nopal. En tanto, la resistencia a la compresión simple no confinada mostró un valor de 20.9 Kg/cm² presentando un aumento del 770.83% respecto a la calicata sin estabilizar y, finalmente, presentó un valor de 10.1% del CBR al 95% de la MDS, demostrando un aumento del 215.63% respecto a la calicata sin estabilizar.

- En base a los resultados obtenidos en el ensayo de CBR al 95% de la MDS, se puede observar que para cumplir con la condición del MTC, de que el CBR tiene que ser mayor o igual al 6% para que acepte la subrasante, se tiene que la dosificación de adición mínima de mucílago de nopal para la calicata C-1 es de 1.7%, mientras que para la calicata C-3 la dosificación mínima de mucílago de nopal es de 3.9%. Con ambas dosificaciones alcanza el porcentaje mínimo de CBR según norma. Sin embargo, para esta investigación se plantearon las dosificaciones de 0%, 3%, 6% y 9% de adición de mucílago de nopal, por lo que estarían cumpliendo el porcentaje mínimo de CBR por norma, la calicata C-1 con las adiciones de 6% y 9% y para la calicata C-3 con la adición de 9%. Concluyendo para esta investigación que la dosificación óptima de adición de mucílago de nopal será del 9% para el mejoramiento de suelos arcillosos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda adicionar mucílago de nopal como aditivo natural en la estabilización de subrasantes debido a que este material abunda en la zona y su extracción la pueden realizar los pobladores de la zona, ya que el ejecutar este procedimiento no requiere un conocimiento técnico previo. Además de ello aporta mejora en las propiedades físicas y mecánicas.
- Las empresas de construcción, municipalidades y los gobiernos regionales deben utilizar los resultados de los ensayos de mecánica de suelos donde se evidencia que mejora el suelo con 9% de mucílago de nopal, para así de esta manera estabilizar las subrasantes de las vías en construcción, ya que empleándolo se conseguirán mejores resultados en términos técnicos y económicos.
- Con el fin de realizar investigaciones similares sobre la estabilización de suelos con mucílago de nopal de aquí en adelante, se recomienda estudiar dosificaciones superiores a 9% para las pruebas de resistencia a la compresión simple y capacidad de soporte CBR, así como para pruebas de compactación.
- Se recomienda en cuanto al proceso de extracción del mucílago de nopal utilizar métodos y técnicas que ayuden obtener el mucílago lo más puro posible, ya que a mayor pureza tendrá un mejor comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRÍN, Habiba. Una revisión sobre diferentes tipos de técnicas de estabilización de suelos. *Revista internacional de ingeniería y tecnología del transporte*, 2017, vol. 3, nº 2, pág. 19-24.
- AMÍN, Esmail Ramaji. (2012) A Review on the Soil Stabilization Using Low-Cost Methods. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(4): 2193-2196, 2012 ISSN 1819-544X. This is a refereed journal and all articles are professionally screened and reviewed.
- BACA, Luis Fernando Guerrero; BOYAS, Esmeralda Ávila. Pañetes de tierra estabilizada con nopal. *Revista nodo*, 2019, vol. 14, no 27, p. 53-62.
- BUDHU, M. (2010). *Soil Mechanics and Foundations*. United States of America: 3 rd ed.
- CÁCERES, C. *Taxonomía y Usos Tradicionales de las plantas Medicinales de la Provincia de Candarave - Tacna*. 2004.
- CALDERÓN PUIG, Alfredo A., et al. La fertilidad de los suelos y su importancia en el empleo de bioproductos en la provincia de Sancti Spíritus. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no 2, p. 16-23.
- CARRASCO DÍAZ, Sergio. *Metodología de la Investigación Científica*. 1ra ed. Editorial San Marcos, 2006. 474 pp.
- CASTRO Gonzales, M., Pereyra, A., & Navarro, D. J. (2019). *Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- CASTROMONTE, Fredd, 2021. *Incorporación del Mucílago de Nopal y su efecto en las características físicas-mecánicas del adobe prensado en Chacas-Ancash-2020*. Lima: Universidad César Vallejo.

- CRESPO, G. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2008, vol. 42, n° 4, p. 329-335.
- DAS, B. M. (1998). *Principles of geotechnical engineering*. Cengage learning.
- DAS, Braja M.; ZABAY, Emilio Sordo. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. Thomson, 2006.
- De la Rosa, J.P. y Santana, D. 2001. El nopal: Usos, manejo agronómico y costos de producción en México. CONAZA-UACH-CIESTAAM. Texcoco, pp: 23-35.
- FIROOZI, A. A., Guney Olgun, C., Firoozi, A. A., & Baghini, M. S. (2017). Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering*.
- Font Quer P. Diccionario de Botánica. 9º reimpresión. Barcelona (España): Labor. 1985.
- GALLIPOLI, Domenico, BRUNO, Agostino W., BUI, Quoc-Bao, FABBRI, Antonin, FARIA, Paulina, OLIVEIRA, Daniel v., OUELLET-PLAMONDON, Claudiane and SILVA, Rui A., 2022. Durability of Earth Materials: Weathering Agents, Testing Procedures and Stabilisation Methods. In: . pp. 211–241.
- GARCÍA, Adolfo Ávalos; CARRIL, Elena Pérez-Urria. Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (Biología)*, 2011, vol. 2, no 3.
- GARCÍA, Itzel. *Estudio de Permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales*. 2017. Tesis Doctoral. Tesis (Ingeniero de Diseño). México: Universidad Tecnológica de la Mixteca, 2017. 212pp. Disponible en: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13322.pdf
- HALL, M. R., NAJIM, K. B., & DEHDEZI, P. K. (2012). Soil stabilisation and earth construction: materials, properties and techniques. In *Modern earth buildings* (pp. 222-255). Woodhead Publishing.

- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA LUCIO, P.
Metodología de la investigación. 6ta ed. México, 2014. 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- HUAMÁN ROCA, Jesús; REAÑO QUISPE, Marco Antonio. Efecto del mucílago de cactus *San Pedro echinopsis pachanoi*, en estabilización de suelos, caso: carretera Huilcarpay, 2021.
- JUNCO del Pino, Juan M. Estabilización de Suelos mediante el empleo de Sales Cuaternarias. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 4, núm. 3, diciembre, 2010 Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba.
- KULSHRESHTHA, Yask, VARDON, Philip J., DU, Yi, HABERT, Guillaume, VISSAC, Aurélie, MOREL, Jean-Claude, RAO, Sudhakar M., VAN PAASSEN, Leon, VAN LOOSDRECHT, Mark C.M., MOTA, Nelson J.A. and JONKERS, Henk M., 2022. Biological Stabilisers in Earthen Construction: A Mechanistic Understanding of their Response to Water-Ingress. In: 6 January 2022. pp. 529–539. DOI 10.4028/www.scientific.net/CTA.1.529.
- LEAL, Daniela., ORIANA, Batista., GUANIPA, Francys., Génesis, Guanipa., Irailu, Sibida (2012). Estabilización de Suelos, Universidad Nacional Experimental “Francisco De Miranda”.
- MENDIZÁBAL, K. Adición del mucílago de penca de tuna para estabilizar suelo arcilloso, Chilca. *Huancayo: Universidad Peruana de los Andes*, 2018.
- MONTEJO, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos*.

- OROZCO SILVAS, Elizabeth. Elaboración y caracterización de películas de mucílago de nopal-pectina: Efecto de la concentración del mucílago de nopal en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas. 2017.
- OROZCO, E. (2017). *Elaboración y caracterización de mucílago de nopal-pectina: Efecto de la concentración del mucílago de nopal en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- RABAT, Álvaro. Aplicabilidad del penetrómetro cónico en la determinación del límite líquido en suelos de baja y media plasticidad. 2016.
- RAMOS, J. D., & Gómez, V. J. P. L. (2019). *Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos*. Universidad Católica de Colombia.
- SANCHEZ, Giovani, 2021. Incorporación del mucílago de tuna para mejorar las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba –Cusco, 2021. Online. Lima: Universidad César Vallejo. [Accessed 17 April 2022]. Retrieved from: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74205>
- SERIGOS, P.; SFRISO, Alejo O.; BALZAMO, Humberto. Rigidez a baja deformación de mezclas de suelo de la formación Pampeano y cemento Portland. *Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires*, 2009.
- SILVA, V. M., R., U. C. G., & Cascante, A. V. (2020). Determinación del uso del mucílago de nopal en la construcción de la época colonial (caso Convento de San Diego). *Project, Design and Management*.
- VELARDE, Oscar, 2021. Mejoramiento de la resistencia del adobe estabilizado con mucílago de cactus para efectos de lluvias, Lambayeque, 2021. Huacho: UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN.
- WINTERKORN, H. F. (1955). The science of soil stabilization. *Highway Research Board Bulletin*, (108).

ANEXOS

ANEXO A:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tema: " Influencia del mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho, 2022."

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera influye la adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cómo influye la adición de mucílago de nopal en las características físicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carreta Rosario-Sivia?</p> <p>¿Cómo influye la adición de mucílago de nopal en las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carreta Rosario-Sivia?</p> <p>¿Cuál el porcentaje de dosis óptimo de adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar en qué medida influye la adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la influencia del mucílago de nopal en las características físicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carreta Rosario-Sivia.</p> <p>Determinar la influencia del mucílago de nopal en las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carreta Rosario-Sivia.</p> <p>Determinar la dosis óptima de adición de mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia.</p>	<p>Antecedentes internacionales</p> <p>Baca y Boya (2019) en su artículo “Pañetes de tierra estabilizada con nopal”, establecieron como principal objetivo el mejoramiento de pañetes de tierra a partir de la recuperación de tradiciones regionales derivadas del uso del mucílago de la cactácea. Finalmente, llegó a la conclusión que el mucílago de nopal efectivamente modifica el comportamiento físico de las mezclas de tierra utilizadas para revoques. Esta investigación nos servirá como guía para seguir la metodología empleada por dicho autor y plasmarla en nuestra investigación.</p> <p>Antecedentes nacionales</p> <p>Mendizabal (2018), en su trabajo de investigación “Adición del mucílago de penca de tuna para estabilizar suelo arcilloso, Chilca”, tuvo como objetivo principal determinar los efectos en la subrasante por la adición del mucílago de penca de tuna para la estabilización del suelo. Finalmente, la conclusión fue que la adición de mucílago de penca de tuna en el suelo estabiliza el suelo arcilloso en el Jirón La Unión. Con respecto a esta investigación se utilizará la forma de plantear lo resultados, ya que considero que se presenta de una forma objetiva y clara.</p> <p>Marco teórico referencial</p> <p>Subrasante Mejoramiento de suelos Características físicas y mecánicas de los suelos Mucílago de Nopal</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La adición de mucílago de nopal mejora significativamente la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La adición de mucílago de nopal aumenta relativamente las características físicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.</p> <p>La adición de mucílago de nopal aumenta significativamente las características mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.</p> <p>El porcentaje óptimo de adición de mucílago de nopal no será mayor a 15% para el mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho 2022.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>V1</p> <p>Mucílago de nopal</p> <p>Dimensiones</p> <p>Dosificación de adición de mucílago de nopal</p> <p>0%</p> <p>3%</p> <p>6%</p> <p>9%</p> <p>Variabes dependientes</p> <p>V2</p> <p>Mejoramiento de subrasante</p> <p>Dimensiones</p> <p>Características físicas</p> <p>Características mecánicas</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Aplicada</p> <p>Enfoque de investigación</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>Explicativo</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Experimental Puro</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>La población se centra en la carretera Rosario – Sivia, ubicada en la Ruta Nacional 28H.</p> <p>La muestra son 4 calicatas en los km 14+750, 15+250, 16+500, 17+750.</p>

ANEXO B:
CONSTANCIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Y CERTIFICADO DE CALIDAD



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO DE LA EMPRESA
CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC.

HACE CONSTAR:

Que el señor LUIS ALBERTO TANTA PRADO, Identificado con DNI N° 46065970; desarrolló el proyecto de investigación: "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022" en las instalaciones de nuestro laboratorio, de los cuales solo el autor mencionado tiene acceso a los resultados obtenidos.

Se expide la presente constancia del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 23 de mayo del 2022



KENNY QUAMANI CAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.I.B. N° 136033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 3
CERTIFICADOS DE
CALIBRACION DE
EQUIPOS

.....
KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACION - 2022

ENSAYOS REALIZADOS	EQUIPOS EMPLEADOS
1. ANALISIS GRANUMETRICO POR TAMIZADO	BALANZA 8200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
2. LIMITES DE CONSISTENCIA	CAZUELA CASA GRANDE
	BALANZA 2000 gr.
	HORNO 300 lt - 250°C
3. HUMEDAD NATURAL	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 300 lt - 250°C
4. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 300 lt - 250°C
5. PROCTOR MODIFICADO	BALANZA 30 000 gr.
	PIE DE REY 300 mm.
	HORNO 720 lt - 250°C
6. CBR SUELOS EN LABORATORIO	BALANZA 30 000 gr.
	MAQUINA COMPRESION 50 000 N
	HORNO 720 lt - 250°C
7. COMPRESION SIMPLE	BALANZA 4200 gr.
	PIE DE REY 300 mm
	MAQUINA COMPRESION 1 000 KN

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION
CAZUELA CASAGRANDE**

.....
KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 071-2022 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-27

1. SOLICITANTE : CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC

DIRECCIÓN : Jr. Quinoa 570 AYACUCHO – HUAMANGA – AYACUCHO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

MARCA : NO PRESENTA PROCEDENCIA : NO PRESENTA
MODELO : NO PRESENTA IDENTIFICACIÓN : (*) 0108
NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA TIPO : MANUAL
ALCANCE DE : 0 a 999 VUELTAS UBICACIÓN : LABORATORIO
DIV. DE ESCALA : 1 VUELTAS
FECHA DE INSPECCIÓN : 2022-03-19

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN

La verificación se realizó en el LAB. DE MASA Y LONGITUD DE G&L LABORATORIO S.A.C.
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS – LIMA

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.2	23.4
Humedad Relativa %HR	69	69

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

7. OBSERVACIONES

(*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	205,00	g
Espesor de la copa	2,03	mm
Profundidad de la copa	26,89	mm
Altura de la base	50,17	mm
Ancho de la base	124,63	mm
Longitud de la base	150,55	mm



Tec. ~~Glenn Antonio Huamani Poquitoma~~
Responsable del Laboratorio de Metrología.

G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACION BALANZAS



KENNY HUARAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : 0461-MPES-C-2022

N° de Orden de trabajo : 0157

1. SOLICITANTE : **CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC**

DIRECCIÓN : Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

MARCA : OHAUS

MODELO : NV622ZH

NÚMERO DE SERIE : 8341485945

ALCANCE DE INDICACIÓN : 620 g

DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d) : 0,01 g

DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : BLZ-016 (*)

TIPO DE INDICACIÓN : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-03-20

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN



Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
 Procedimiento para la Calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (PC - 001 del INACAL, Primera Edición - Mayo 2019).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condevilla 1269 - Callao



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Sello	Fecha de Emisión	Autorizado por
	2022-03-28	 Sandra Jurupe Melgarejo Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0461-MPES-C-2022

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	19,9 °C
Humedad Relativa	69,8 %	61,9 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

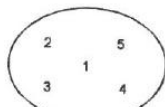
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial		Final			
	20,4 °C		20,9 °C			
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	300,00	5	0	600,00	13	-8
2	300,01	6	9	600,00	12	-7
3	300,00	5	0	599,99	13	-18
4	300,00	6	-1	600,00	12	-7
5	300,00	6	-1	600,00	12	-7
6	300,00	6	-1	600,00	12	-7
7	300,00	5	0	600,00	13	-8
8	300,01	7	8	599,99	11	-16
9	300,01	7	8	600,00	13	-8
10	300,00	6	-1	600,00	13	-8
Diferencia Máxima			10			11
Error máximo permitido	± 300 mg			± 300 mg		



KENNY HUAMANI CAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0461-MPES-C-2022
Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	Inicial					Final				
	20,5 °C					20,0 °C				
	Determinación de E ₀					Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	k(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)		Carga (g)	k(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	0,10	0,10	14	-9	200,00	200,01	12	3	12	
2		0,11	15	0		200,01	7	8	8	
3		0,10	14	-9		200,01	16	-1	8	
4		0,11	12	3		199,99	12	-17	-20	
5		0,11	12	3		199,99	7	-12	-15	
Error máximo permitido : ± 200 mg										

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Temp. (°C)					Temp. (°C)					emp(**)
	20,1 °C					19,9 °C					
	CRECIENTES				DECRECIENTES						
	k(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	k(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	±(mg)		
0,10	0,10	10	-5								
0,20	0,21	15	0	5	0,20	7	-2	3	100		
2,00	2,01	14	1	6	2,00	12	-7	-2	100		
10,00	10,02	16	9	14	10,00	7	-2	3	100		
50,00	50,02	12	13	18	50,00	12	-7	-2	100		
100,00	100,02	12	13	18	99,99	7	-12	-7	200		
150,00	150,02	11	14	19	150,00	15	-10	-5	200		
200,00	200,02	10	15	20	200,00	7	-2	3	200		
400,00	400,02	10	15	20	400,01	14	1	6	300		
800,00	600,01	12	3	8	600,01	14	1	6	300		
620,00	620,01	10	5	10	620,01	10	5	10	300		

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000056 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,000088 \text{ g}^2 + 0,000000029 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-22933-002 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	NO PRESENTA	
Modelo <i>Model</i>	ING - 021	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	No Presenta	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 003	
Carga Máxima <i>Maximum load</i>	2000 g	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 23	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Métrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | Tlf: 57 (1) 745.4555 | 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	No Presenta
Identificación Interna	BLZ - 003
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	1 g a 2000 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios

Documento de Referencia Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.

Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k ¹ , p=95,45%
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,028	2,25
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,028	2,25
5,000	5,00	5,00	0,000	0,000	0,028	2,25
10,000	10,00	10,00	0,000	0,000	0,028	2,25
50,000	49,98	49,98	-0,020	-0,020	0,028	2,25
100,000	99,98	99,97	-0,020	-0,030	0,028	2,25
500,000	500,02	500,01	0,020	0,010	0,031	2,11
1 000,000	1 000,01	1 000,01	0,010	0,010	0,042	2,03
1 500,000	1 500,02	1 500,02	0,020	0,020	0,056	2,02
1 999,997	2 000,16	2 000,15	0,163	0,153	0,071	2,01

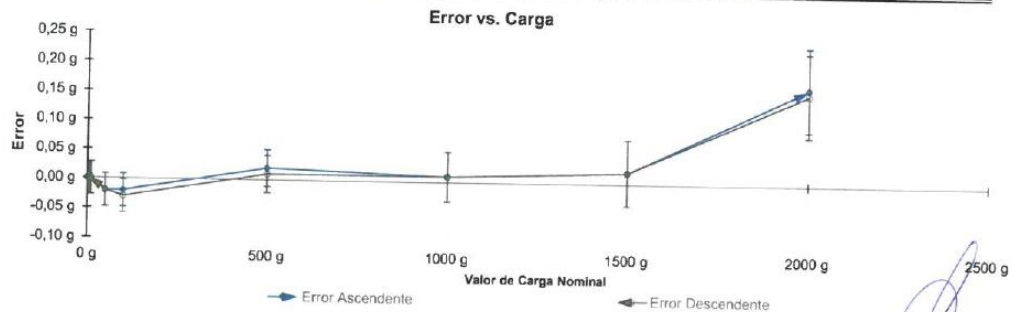


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY LILIAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 700 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
---	g	g
1	699,97	---
2	699,97	0,00
3	699,93	-0,04
4	699,93	-0,04
5	699,99	0,02
Diferencia máxima respecto al centro		0,04

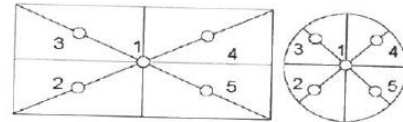


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	1000 g	2000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	1000,02	2000,16
2	1000,00	2000,16
3	999,99	2000,14
4	1000,01	2000,16
5	1000,00	2000,17
6	1000,03	2000,16
7	1000,01	2000,17
8	1000,02	2000,16
9	1000,01	2000,16
10	1000,01	2000,15
Desviación Estándar	0,011 5 g	0,008 8 g

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 18,0 °C
 Humedad Máxima: 50 % HR
 Presión Barométrica Máxima: 1000,1 hPa

Temperatura Mínima: 17,0 °C
 Humedad Mínima: 49 % HR
 Presión Barométrica Mínima: 1000,0 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP # 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 3,58 E-05 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,50 E-04 + 5,42 E-08 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-002**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : 0462-MPES-C-2022
N° de Orden de trabajo : 0157
1. SOLICITANTE : **CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC**
DIRECCIÓN : Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
MARCA : OHAUS
MODELO : PC4202E
NÚMERO DE SERIE : B830176178
ALCANCE DE INDICACIÓN : 4200 g
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d) : 0,01 g
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : BLZ-018 (*)
TIPO DE INDICACIÓN : ELECTRÓNICA
UBICACIÓN : LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-03-21

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condevilla 1269 - Callao

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2022-03-28


Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0462-MPES-C-2022

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,8 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	69,3 %	67,2 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

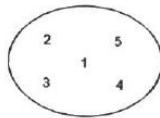
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	20,8 °C			20,5 °C		
	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,00 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	2 000,00	9	-4	4 000,00	11	-6
2	2 000,01	10	5	4 000,00	12	-7
3	2 000,00	9	-4	4 000,00	12	-7
4	2 000,00	9	-4	4 000,00	12	-7
5	2 000,00	10	-5	4 000,00	12	-7
6	2 000,00	10	-5	4 000,00	11	-6
7	2 000,00	10	-5	4 000,00	11	-6
8	2 000,01	9	6	4 000,00	12	-7
9	2 000,00	9	-4	4 000,00	12	-7
10	2 000,00	10	-5	4 000,00	12	-7
Diferencia Máxima				11		
Error máximo permitido ±	200 mg			± 300 mg		



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0462-MPES-C-2022

Página 3 de 3

Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	k(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	k(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	0,20	0,20	8	-3	1 500,00	1 499,99	10	-15	-12
2		0,19	12	-17		1 499,99	7	-12	5
3		0,20	9	-4		1 500,00	5	0	4
4		0,19	5	-10		1 499,99	10	-15	-5
5		0,19	7	-12		1 500,00	7	-2	10

Temp. (°C) Initial Final
19,7 °C 20,2 °C

Error máximo permitido: ± 200 mg

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(*) (mg)
	k(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	k(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
0,20	0,20	7	-2						
0,50	0,50	8	-3	-1	0,49	5	-10	-8	100
100,00	99,99	2	-7	-5	99,99	7	-12	-10	100
200,00	200,00	5	0	2	199,99	6	-11	-9	100
500,00	500,01	5	10	12	500,00	9	-4	-2	100
1 000,00	1 000,01	9	6	8	999,99	6	-11	-9	200
1 500,00	1 500,00	8	-3	-1	1 499,99	8	-13	-11	200
2 000,00	2 000,00	7	-2	0	1 999,97	5	-30	-28	200
3 000,00	3 000,00	9	-4	-2	2 999,97	9	-34	-32	300
4 000,00	3 999,96	4	-39	-37	3 999,95	9	-54	-52	300
4 200,00	4 199,94	7	-62	-60	4 199,94	7	-62	-60	300

Temp. (°C) Initial Final
20,3 °C 20,0 °C

(*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000041 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,00011 \text{ g}^2 + 0,0000000016 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 110633
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° de Certificado	: 0463-MPES-C-2022	Página 1 de 3
N° de Orden de trabajo	: 0157	
1. SOLICITANTE	: CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
DIRECCIÓN	: Jr. Quínuá 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: AX8201/E	
NÚMERO DE SERIE	: B904149789	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 8200 g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d)	: 0,1 g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e)	: 1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-019 (*)	
TIPO DE INDICACIÓN	: ELECTRÓNICA	PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
UBICACIÓN	: LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-03-21	

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOP, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condevilla 1269 - Callao

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2022-03-28


Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0463-MPES-C-2022

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	60,6 %	69,5 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesos (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

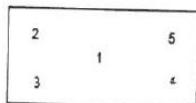
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	20,6 °C			19,7 °C		
	Carga L1= 4 000,0 g			Carga L2= 8 000,0 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	4 000,1	70	80	8 000,1	50	100
2	4 000,0	70	-20	8 000,2	60	190
3	4 000,1	60	90	8 000,1	50	100
4	4 000,0	60	-10	8 000,1	60	90
5	4 000,0	60	-10	8 000,1	60	90
6	4 000,1	80	70	8 000,1	70	80
7	4 000,1	70	80	8 000,1	60	90
8	4 000,1	70	80	8 000,1	60	90
9	4 000,0	60	-10	8 000,2	70	180
10	4 000,0	60	-10	8 000,1	50	100
Diferencia Máxima	110			110		
Error máximo permitido ±	1 000 mg			± 2 000 mg		



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 C.O.P. N° 120033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0463-MPES-C-2022

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)				Determinación del Error corregido				
	Inicial Final				Carga (g)	f(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)
	19,9 °C 20,8 °C								
Determinación de E ₂									
	Carga mínima (g)	f(g)	ΔL(mg)	E ₂ (mg)					
1	2,0	2,0	60	-10	3 000,0	3 000,0	50	0	10
2		2,0	80	-30		3 000,0	70	-20	10
3		2,0	90	-40		3 000,0	70	-20	20
4		2,0	80	-30		3 000,1	50	100	130
5		2,0	80	-30		3 000,1	70	80	110

(*) valor entre 0 y 10 s

Error máximo permitido : ± 1 000 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	f(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	f(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	
2,0	2,0	70	-20						
5,0	5,0	70	-20	0	4,9	30	-80	-60	1 000
100,0	100,0	70	-20	0	100,0	80	-30	-10	1 000
200,0	200,0	80	-30	-10	200,0	70	-20	0	1 000
500,0	500,0	60	-10	10	499,9	80	-130	-110	1 000
1 000,0	1 000,0	50	0	20	999,9	70	-120	-100	1 000
1 500,0	1 500,0	40	10	30	1 499,9	80	-130	-110	1 000
2 000,0	2 000,0	20	30	50	1 999,9	70	-120	-100	1 000
4 000,0	4 000,1	40	110	130	3 999,9	80	-130	-110	1 000
6 000,0	6 000,2	50	200	220	5 999,9	20	-70	-50	2 000
8 200,0	8 200,3	40	310	330	8 200,3	40	310	330	2 000

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000036 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,011 \text{ g}^2 + 0,0000000033 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₂: Error en cero Ec: Error corregido

Fin del certificado de calibración


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION
HORNOS DE SECADO**

.....
KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO
.....



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-22933-018 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PG-2004	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	119	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRN-002	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 18 #103B 72 | Pbx: 57 (1) 745 4555 | 317233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010
Resolución 0,01 °C
Patrón(es) de referencia Termómetro Digital
Certificado de Calibración T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar
Volumen útil 300 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$K_{p=95,45\%}$
60,1	60,0	0,1	1,7	2,0
109,7	110,0	-0,3	2,3	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

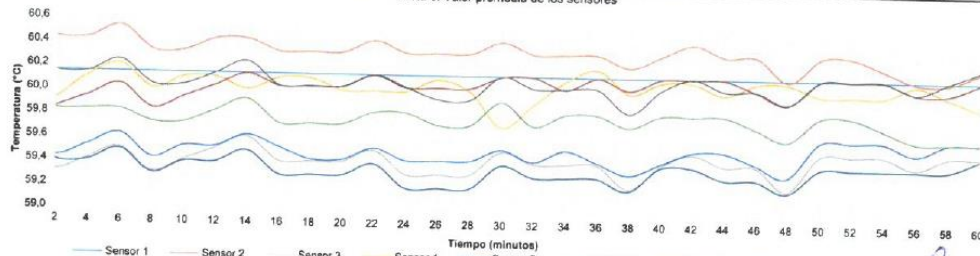
Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,00	0,24	0,74	0,22	-----

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
60,14	60,34	59,42	60,03	59,50	59,77	59,35	60,05	60,08

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY HUAMANI CAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130333
AREA GEOTÉCNICA Y CONCRETO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

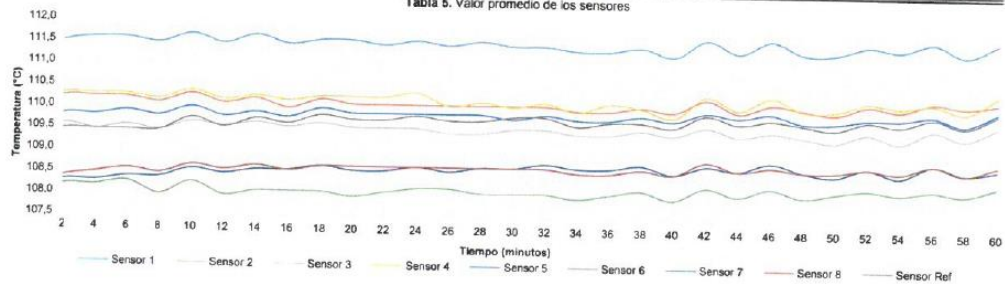
Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110,00	0,46	1,79	0,65	-----

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
111,50	110,12	109,52	110,19	109,86	108,11	108,59	108,63	109,71

Tabla 5. Valor promedio de los sensores



Gráfica 3. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima 18,3 °C
Temperatura Mínima 18,1 °C

Humedad Máxima 45 %HR
Humedad Mínima 45 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-018

LM-PC-21-F-01 R7.1

Fin del Documento


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura
Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-22933-019 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PG-2005	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	102	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRN-003	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas
Authorized Signatures

Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-FC-21-F-01 R7.1



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | Pbx: 57 (1) 745 4565 - 3174233540 | Email: metrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010
Resolución 0,01 °C
Patrón(es) de referencia Termómetro Digital
Certificado de Calibración T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar
Volumen útil 800 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{1p=95,45\%}$
58,8	60,0	-1,2	2,0	2,0
108,3	110,0	-1,7	4,5	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

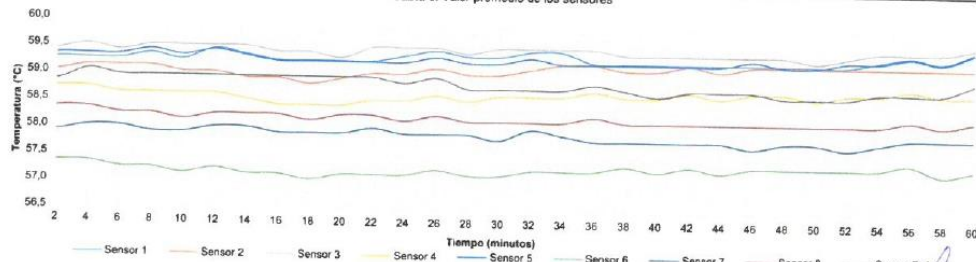
Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,00	0,22	1,58	0,58	-----

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
59,31	59,10	59,45	58,63	59,29	57,25	57,88	58,20	58,83

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY HUMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 C.R. N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

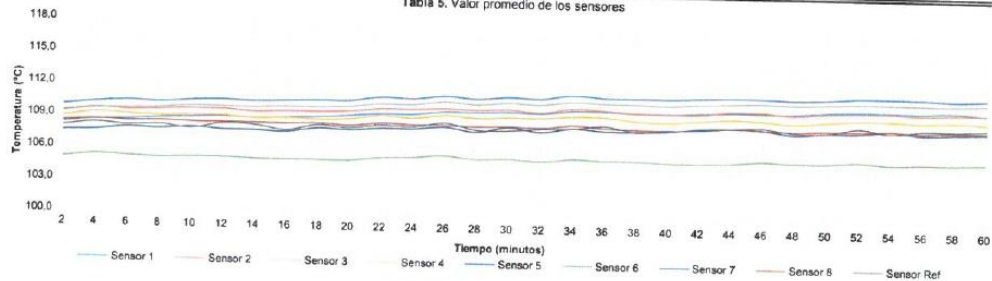
Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹	Estabilidad del Medio ²	Uniformidad del Medio ³	Efecto de Radiación ⁴	Efecto de Carga ⁵
°C	°C	°C	°C	°C
110,00	0,54	3,01	2,35	-----

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor de Referencia
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
109,53	109,86	110,41	109,18	110,96	105,30	108,08	108,47	108,31

Tabla 5. Valor promedio de los sensores



Gráfica 3. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1


KENNY SUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima 19,2 °C
Temperatura Mínima 18,1 °C

Humedad Máxima 50 %HR
Humedad Mínima 49 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-019

LM-PC-21-F-01 R7.1

Fin del Documento

KENNY HUALAMINI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP No. 120533
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACION
PIE DE REY

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-22933-016 R0

Page / Pág. 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	PIE DE REY	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la comprobación de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for checking the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	INSIZE	
Modelo <i>Model</i>	1215-322	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	0921170080	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	VRN-002	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	0 mm a 300 mm	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinoa 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar, no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned certificates are not valid.

Firmas Autorizadas
Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-23-F-01 R8.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl. 18 # 1038 72 | Pk. 57 (1) 745 4555 | 3174233540 | karnulfo.lopez@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Tipo de Medición	Exteriores e Interiores
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	DI - 008 del Centro Español de Metrología, Edición 1
Tipo de Indicación	Análogica Tipo Nonio
Resolución	0,02 mm
Instrumentos de Referencia	Bloques Patrón Longitudinales de Caras Paralelas
Certificado No.	LMD201701 de Cidesi; 200295 de C.I.E.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la medición. Se procede a la realizar la toma de datos respectiva comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la puesta a cero del equipo.

Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k
mm	mm	µm	µm	(p=95,45%)
30	30,000	0	18	2,00
60	60,000	0	18	2,00
90	90,000	0	18	2,00
120	120,000	0	18	2,00
150	150,020	20	18	2,00
180	180,020	20	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,040	40	19	2,00

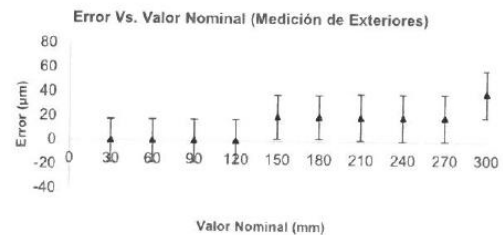
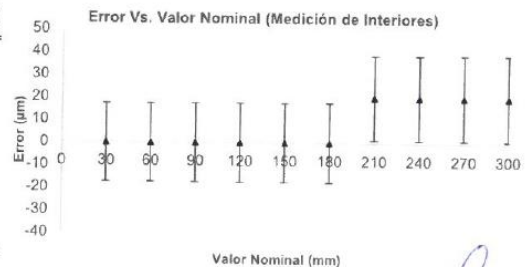


Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Interiores

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k
mm	mm	µm	± µm	(p=95,45%)
30	30,000	0	17	2,01
60	60,000	0	17	2,01
90	90,000	0	17	2,01
120	120,000	0	17	2,01
150	150,000	0	17	2,00
180	180,000	0	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,020	20	19	2,00



LM-PC-23-F-01 R8.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar., las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,7 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,4 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-22933-016**



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION
MAQUINAS A COMPRESION**

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza
Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22933-013 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA MULTIUSOS PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.	
Modelo <i>Model</i>	PS-27	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	186	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PRC-001	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	50000 N	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinoa 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología

LMPC-05-F-01 R12.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 50 kN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	14711
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0.0
División de Escala	1 N	Número de Serie	620
Resolución	1 N	Certificado de Calibración	4277 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023 - 03 - 22
Límite Inferior de la Escala	200 N		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S _{1,2 y 3} N
	S ₁	S ₂	S ₂ '	S ₃	S ₄		
	Ascendente N	Ascendente N	No Aplica ---	Ascendente N	No Aplica ---		
10	5 000	5 013,6	5 013,1	---	5 013,9	---	5 013,6
20	10 000	10 025,5	10 025,6	---	10 025,7	---	10 025,6
30	15 000	15 036,8	15 037,3	---	15 036,7	---	15 036,9
40	20 000	20 047,6	20 047,0	---	20 047,3	---	20 047,3
50	25 000	25 057,2	25 056,5	---	25 056,7	---	25 056,8
60	30 000	30 066,3	30 066,2	---	30 065,8	---	30 066,1
70	35 000	35 075,6	35 074,9	---	35 074,9	---	35 075,1
80	40 000	40 084,2	40 084,9	---	40 084,5	---	40 084,5
90	45 000	45 094,4	45 095,0	---	45 094,4	---	45 094,6
100	50 000	50 104,8	50 104,7	---	50 104,6	---	50 104,7

LM-PC-05-F-01 R12.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

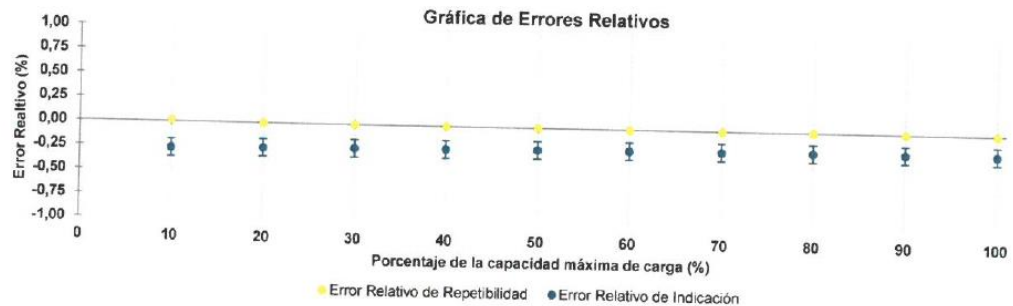
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	N	Indicación q %	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ ----
			Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	N		%		
10	5 000,0	-0,270	0,016	----	0,020	4,5	0,090	2,01	
20	10 000,0	-0,255	0,002	----	0,010	9,0	0,090	2,01	
30	15 000,0	-0,245	0,004	----	0,007	14	0,090	2,01	
40	20 000,0	-0,236	0,003	----	0,005	18	0,090	2,01	
50	25 000,0	-0,227	0,003	----	0,004	23	0,090	2,01	
60	30 000,0	-0,220	0,002	----	0,003	27	0,090	2,01	
70	35 000,0	-0,214	0,002	----	0,003	32	0,090	2,01	
80	40 000,0	-0,211	0,002	----	0,003	36	0,090	2,01	
90	45 000,0	-0,210	0,001	----	0,002	41	0,090	2,01	
100	50 000,0	-0,209	0,000	----	0,002	45	0,090	2,01	



CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima: 20,4 °C
Humedad Relativa Máxima: 47 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 20,1 °C
Humedad Relativa Mínima: 47 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.0


KENNY HUAIMANI CAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 I PBX: 57 (1) 745 4555 3174232640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
-1,83833 E-01	1,00289 E00	-3,30427 E-08	3,44646 E-13		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación N	Indicación				
	0	500	1 000	1 500	2 000
5 000	5 013,5	5 514,8	6 016,0	6 517,3	7 018,5
7 500	7 519,8	8 021,0	8 522,2	9 023,4	9 524,6
10 000	10 025,8	10 526,9	11 028,1	11 529,2	12 030,3
12 500	12 531,5	13 032,6	13 533,7	14 034,7	14 535,8
15 000	15 036,9	15 538,0	16 039,0	16 540,1	17 041,1
17 500	17 542,1	18 043,1	18 544,2	19 045,2	19 546,2
20 000	20 047,2	20 548,1	21 049,1	21 550,1	22 051,1
22 500	22 552,0	23 053,0	23 554,0	24 054,9	24 555,9
25 000	25 056,8	25 557,7	26 058,7	26 559,6	27 060,5
27 500	27 561,5	28 062,4	28 563,3	29 064,2	29 565,2
30 000	30 066,1	30 567,0	31 067,9	31 568,8	32 069,8
32 500	32 570,7	33 071,6	33 572,5	34 073,4	34 574,3
35 000	35 075,3	35 576,2	36 077,1	36 578,0	37 079,0
37 500	37 579,9	38 080,8	38 581,8	39 082,7	39 583,7
40 000	40 084,6	40 585,6	41 086,5	41 587,5	42 088,4
42 500	42 589,4	43 090,4	43 591,4	44 092,4	44 593,4
45 000	45 094,4	45 595,4	46 096,4	46 597,4	47 098,4
47 500	47 599,5	48 100,5	48 601,6	49 102,6	49 603,7
50 000	50 104,8				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC N	Promedio S1, 2 y 3 N	Por Interpolación N	Residuales N
5 000	5 013,6	5 013,5	0
10 000	10 025,6	10 025,8	0
15 000	15 036,9	15 036,9	0
20 000	20 047,3	20 047,2	0
25 000	25 056,8	25 056,8	0
30 000	30 066,1	30 066,1	0
35 000	35 075,1	35 075,3	0
40 000	40 084,5	40 084,6	0
45 000	45 094,6	45 094,4	0
50 000	50 104,7	50 104,8	0

LM-PC-05-F-01 R12.0

KENNY YAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 150333
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-013

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.0


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP No. 110033
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22933-011 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETOS	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.	
Modelo <i>Model</i>	PC-42D	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	284	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PDC-001	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología


KENNY HUAMANI GAMARRÁ
INGENIERO CIVIL
CIP # 130933
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

LM-PC-05-F-01 R12.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | Pbx: 57 (1) 745-2555 - 31742933640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,01 kN	Número de Serie	HV325-911250
Resolución	0,01 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023-02-03
Límite Inferior de la Escala	2 kN		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
	S ₁	S ₂	S ₂ '	S ₃	S ₄	Promedio
%	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica ----	Ascendente kN	No Aplica ----	S _{1, 2 y 3} kN
10	100,00	100,81	----	100,71	----	100,84
20	200,00	201,76	----	201,86	----	201,63
30	300,00	301,79	----	302,39	----	302,19
40	400,00	402,31	----	402,31	----	402,38
50	500,00	503,02	----	503,53	----	503,36
60	600,00	603,93	----	603,63	----	603,63
70	700,00	703,92	----	704,02	----	704,02
80	800,00	804,42	----	804,82	----	804,68
90	900,00	905,21	----	905,41	----	905,18
100	1 000,00	1 005,3	----	1 005,4	----	1 005,4

LM-PC-05-F-01 R12.0


KENNY HUMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130093
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

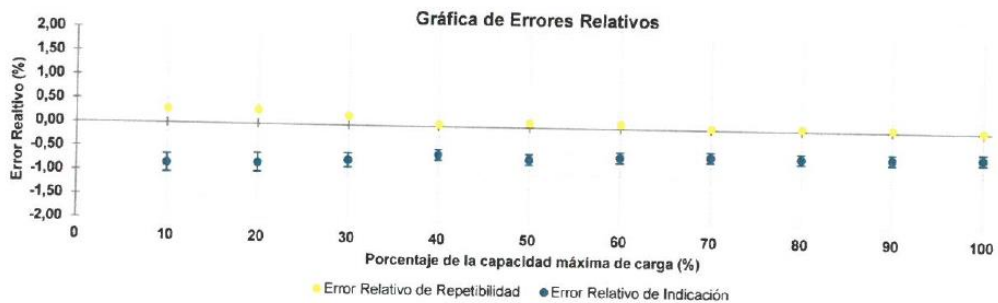
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k $p = 95\%$
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
10	100,00	-0,84	0,30	---	0,010	0,19	0,19	2,01
20	200,00	-0,81	0,30	---	0,005	0,39	0,20	2,01
30	300,00	-0,73	0,20	---	0,003	0,44	0,15	2,01
40	400,00	-0,59	0,05	---	0,003	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,67	0,10	---	0,002	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,60	0,10	---	0,002	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,57	0,03	---	0,001	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,58	0,05	---	0,001	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,57	0,06	---	0,001	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,54	0,02	---	0,001	1,1	0,11	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima: 19,4 °C
Humedad Relativa Máxima: 46 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 19,1 °C
Humedad Relativa Mínima: 45 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.0

KENNY HUAMANI GAMA TORO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: C-18 #1038 72 | Fbx: 57 (1) 745 4555 | 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	--	R ²
2,93500 E-01	1,00636 E00	-1,25233 E-06	8,06138 E-11		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	Indicación				
	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,92	110,98	121,04	131,10	141,16
150,00	151,22	161,28	171,34	181,40	191,46
200,00	201,52	211,57	221,63	231,69	241,75
250,00	251,81	261,86	271,92	281,98	292,03
300,00	302,09	312,15	322,20	332,26	342,31
350,00	352,37	362,42	372,48	382,53	392,59
400,00	402,64	412,70	422,75	432,80	442,86
450,00	452,91	462,96	473,01	483,07	493,12
500,00	503,17	513,22	523,27	533,32	543,38
550,00	553,43	563,48	573,53	583,58	593,63
600,00	603,68	613,73	623,77	633,82	643,87
650,00	653,92	663,97	674,02	684,06	694,11
700,00	704,16	714,21	724,25	734,30	744,35
750,00	754,39	764,44	774,48	784,53	794,58
800,00	804,62	814,67	824,71	834,76	844,80
850,00	854,84	864,89	874,93	884,98	895,02
900,00	905,06	915,10	925,15	935,19	945,23
950,00	955,27	965,32	975,36	985,40	995,44
1 000,00	1 005,5				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales
			kN
100,00	100,84	100,92	0,07
200,00	201,63	201,52	- 0,11
300,00	302,19	302,09	- 0,10
400,00	402,38	402,64	0,26
500,00	503,36	503,17	- 0,19
600,00	603,63	603,68	0,05
700,00	704,02	704,16	0,14
800,00	804,68	804,62	- 0,06
900,00	905,18	905,06	- 0,12
1 000,00	1 005,4	1 005,5	0,08

LM-PC-05-F-01 R12.0


KENNY HUAMANI GAMA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 13093
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-011

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.0



KENNY ROSMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ANEXO C:
RESULTADOS DE LABORATORIO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS CON FINES VIALES

INF. N° 001-2022/CG-CON-22-O-008

PROYECTO

"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO
ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA,
AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE

LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Fecha

MAYO DEL 2022



KENNY HINCAPIÉ GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C. 17. 120553
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1

ENSAYOS DE LABORATORIO



.....
KENNY JUAMANI GAMARRA
Ingeniero Civil
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA																		
		% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Medía	% Arena Fina	% FINOS	Cantidad	D ₁₅ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	D ₈₅ (mm)	D ₁₀₀ (mm)	Coefficiente de Uniformidad Cu	Coefficiente de Curvatura Cc	
: SUBRASANTE KM 14+750	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)	12.2	De poca a pequeña	0.3	11.8	27.8	De poca a mucha	8.0	11.0	8.8	61.0	Estante	0.01	0.04	0.07	0.02	0.06	6.0	1.5	3.13
	: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)																			
: SUBRASANTE KM 15+250	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)	35.4	Mucha	15.2	20.2	26.7	De poca a mucha	10.5	7.9	8.2	37.9	Mucha	0.02	0.06	3.15	0.03	0.98	159.3	0.1	19.28
	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)	17.9	Pequeña	6.7	11.2	14.2	De poca a pequeña	4.1	5.9	4.3	67.9	Bastante	0.01	0.03	0.07	0.02	0.06	6.0	1.5	7.12
: SUBRASANTE KM 16+500	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)																			
: SUBRASANTE KM 17+750	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)	26.7	De poca a mucha	9.9	16.8	34.7	Mucha	11.3	12.5	11.0	38.5	Mucha	0.02	0.06	1.80	0.03	0.45	82.3	0.1	14.11
	: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)																			
	: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)																			
: MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)																				

KENNY HUAMANÍ CAMARRA
INGENIERO EN CIVIL
AGDA INSTITUTO DE CONCRETO

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVA, AYACUCHO, 2022"

MUESTRA	ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)										CLASIFICACION DE SUELOS			
	Plasticidad en función al LL	Límite Líquido LL %	Índice de Compresibilidad Ce=0.009(LL-10)	Clasificación de la Compresibilidad	Límite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)	Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)
: SUBRASANTE KM 14+750	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)										A-7.6 (11)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA
	: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)													
	: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)													
	: MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)													
: SUBRASANTE KM 15+250	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)										A-6 (1)	Muy bueno	GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)													
	: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)													
	: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)													
: SUBRASANTE KM 15+500	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)										A-7.6 (12)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA
	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)													
	: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)													
	: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)													
: SUBRASANTE KM 17+750	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)										A-6 (2)	Bueno	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
	: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)													
	: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)													
	: MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)													

"KENNY HUAYAN GAMARRA"
INGENIERO CIVIL
N° 103490
AREA TECNICA DE CONTROL DE CALIDAD

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

MUESTRA	ENSAYOS DE COMPACTACION				ENSAYOS DE RESISTENCIA				ENSAYOS DE RESISTENCIA	
	Gravedad Especifica de los solidos del suelo	Máxima Densidad Saca MDS (Proctor Modificado t/m ³)	Optimo Contenido de Humedad OCH (Proctor Modificado %)		CBR al 100% de la MDS (%)	CBR al 95% de la MDS (%)	Categoría de la Sub Rasante	Expansión en 4 días (%)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (MPa)
: SUBRASANTE KM 14+750	2.500	1.555	24.1	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)	5.1	3.5	Insuficiente	0.04%	3.4	0.3
				: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)	8.5	7.4	Regular	0.03%	8.5	0.8
				: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)	12.2	10.1	Buena	0.03%	18.2	1.8
				: MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)	14.0	14.3	Buena	0.02%	25.9	2.5
: SUBRASANTE KM 15+250	2.558	1.729	16.5	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)	9.0	5.9	Regular	0.03%	5.9	0.6
				: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)	3.5	3.2	Insuficiente	0.05%	2.4	0.2
				: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)	6.7	5.1	Insuficiente	0.04%	6.9	0.7
				: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)	9.7	8.2	Regular	0.03%	14.7	1.4
: SUBRASANTE KM 16+500	2.590	1.474	25.3	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)	11.6	10.1	Buena	0.03%	20.9	2.1
				: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)	8.3	7.0	Regular	0.02%	10.7	1.1
				: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)	12.7	11.2	Buena	0.02%	14.4	1.4
				: MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)	17.1	14.4	Buena	0.02%	19.8	1.9
: SUBRASANTE KM 17+750	2.539	1.400	23.4	: MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)	18.5	17.9	Buena	0.01%	27.6	2.7
				: MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)						
				: MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)						
				: MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)						



KENNY HUMANA GAMARRA
INGENIERO CIVIL
N° 130633
AREA LABORATORIO Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ANEXO 1.1
ENSAYOS DE
LABORATORIO
KM 14+750

KENNY HUMARI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.R.N. 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"
 Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008
 Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 14+750
 Estrato / Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA
 Distrito : ROSARIO-SIVIA
 Lugar : ROSARIO-SIVIA
 Fecha : MAYO DEL 2022

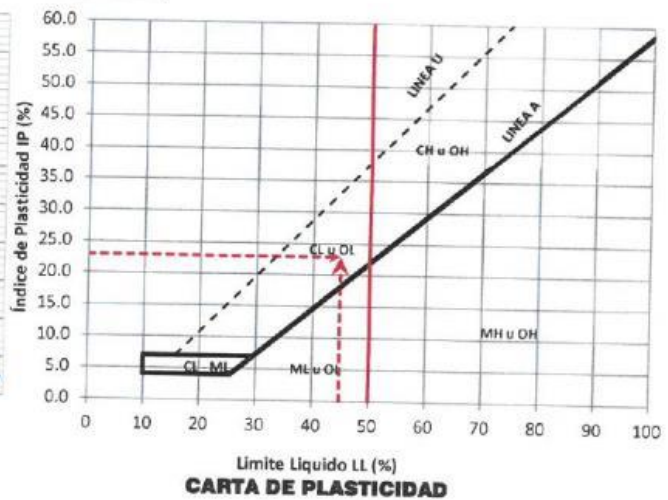
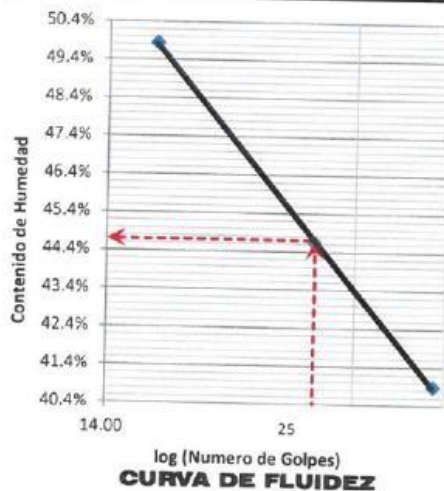
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	126	158		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	24.257	29.641		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	23.201	28.437		
3	PESO RECIPIENTE	gr	18.320	22.960		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.06	1.20		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	4.88	5.46		
6	HUMEDAD	%	21.65%	21.97%		
LIMITE PLÁSTICO					%	21.8%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
			47	75	145	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	36.131	38.334	36.911	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	32.143	33.228	31.659	
3	PESO RECIPIENTE	gr	22.391	21.789	21.123	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	3.988	5.107	5.252	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	9.752	11.439	10.536	
6	HUMEDAD	%	40.89%	44.65%	49.84%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	35	25	16	
LIMITE LIQUIDO					%	44.7%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP= 22.9%



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Estrato / Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Fecha : MAYO DEL 2022

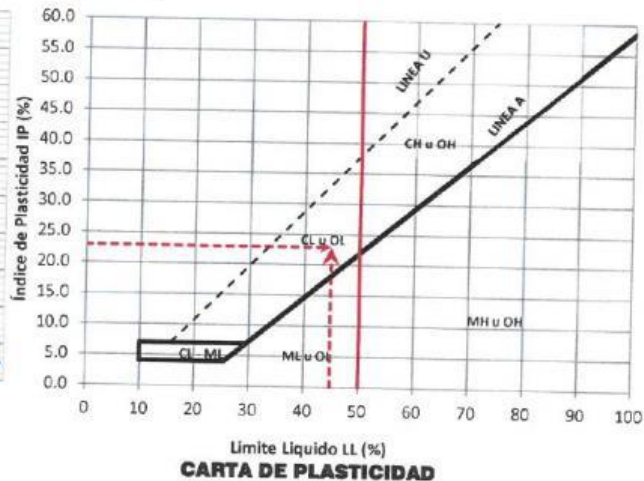
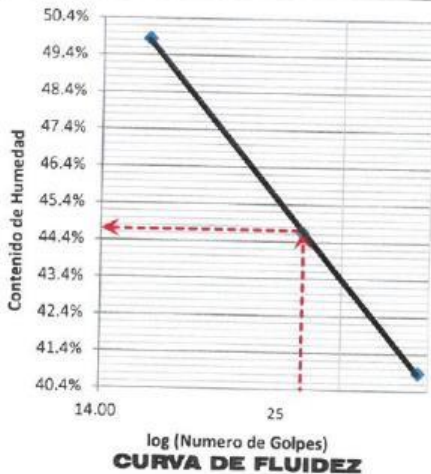
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	128	158		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	24.257	29.641		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	23.201	28.437		
3	PESO RECIPIENTE	gr	18.320	22.960		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.06	1.20		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	4.68	5.48		
6	HUMEDAD	%	21.65%	21.97%		
LIMITE PLÁSTICO		%	21.8%			

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	47	75	145	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	36.131	36.334	36.911	
3	PESO RECIPIENTE	gr	32.143	33.228	31.659	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	22.391	21.789	21.123	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	3.988	5.107	5.252	
6	HUMEDAD	%	9.752	11.439	10.536	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	40.89%	44.65%	49.84%	
LIMITE LIQUIDO		%	44.7%			

INDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP= 22.9%



KENNY HUAMANI CAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	Nº	345	267
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,103.70	1,068.30
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	908.20	865.90
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	195.50	202.40
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	774.46	780.30
HUMEDAD	%	25.2%	25.9%

CONTENIDO DE HUMEDAD

%

25.6%

KENNY HUAMANI GAMARR,
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA
Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO Distrito : ROSARIO-SIVIA
Exploración : SUBRASANTE KM 14+750 Lugar : ROSARIO-SIVIA
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO Fecha : MAYO DEL 2022

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2221.66	2221.66	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2251.55	2251.55	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1364.94	1364.94	
Gravedad Especifica		2.506	2.506	2.506
Gravedad Especifica SSS		2.539	2.539	2.539
Gravedad Especifica Aparente		2.593	2.593	2.593
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm ³	500	500	
Peso de la muestra seca	gr	102.01	102.10	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	741.07	746.74	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	678.35	684.10	2.590
Temperatura del agua en el ensayo	°C	24	23	
Corrección por temperatura (K)		0.9991	0.9993	
Gravedad especifica de la muestra		2.594	2.586	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	12.2
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	87.8
Gravedad especifica de los sólidos	2.590


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (11)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25
% Retenido acumulado malla N° 4 :	12.2	Material Pasante a usar PASA N° 4	*
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.5	Molde (Puig) 4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	0.3	Peso Molde (gr) :	4105.00
		Vol. (cm3) :	939.81

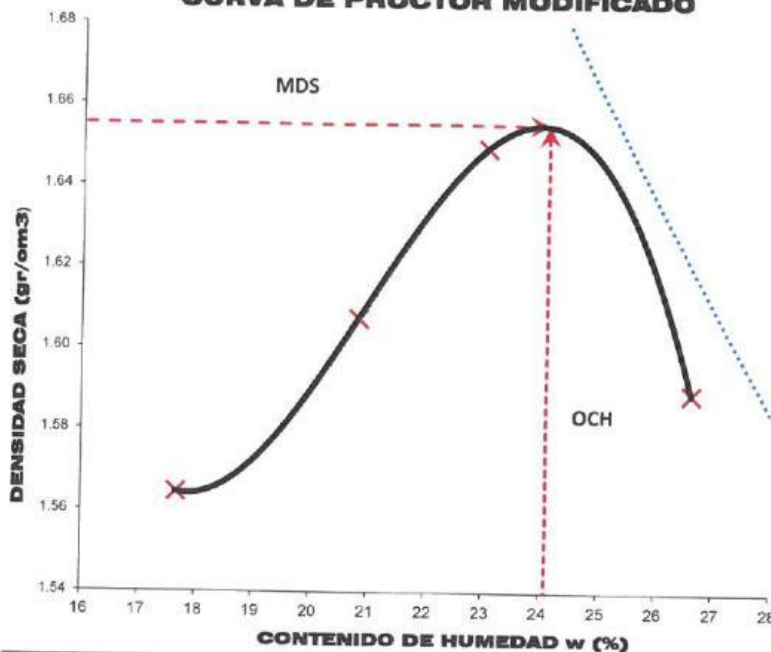
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,835	5,930	6,012	5,996
Peso de la muestra compactada	gr	1,730.0	1,825.0	1,907.0	1,891.0
Densidad húmeda	gr/cc	1.84	1.94	2.03	2.01
Densidad seca	gr/cc	1.56	1.61	1.65	1.59

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		345.0	321.0	152.0	154.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	740.21	743.99	670.85	730.22
Peso de tarro + suelo seco	gr	649.21	639.00	571.28	603.87
Peso del tarro	gr	134.000	134.880	139.200	129.490
Peso del agua	gr	91.01	104.98	99.57	126.34
Peso del suelo seco	gr	515.21	504.12	432.08	474.38
Contenido de humedad	%	17.66	20.83	23.05	26.63

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Optimo Contenido de Humedad (%)
24.10
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)
1.655

KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 136033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE Nº	25			30			32			
CAPAS Nº	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,910		11,730		11,410				
PESO DEL MOLDE	gr	7,567.00		7,664.00		7,613.00				
PESO SUELO HÚM.	gr	4,343.00		4,046.00		3,797.00				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2,112.66		2,116.40		2,093.31				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	2.06		1.91		1.81				
DENSIDAD SECA	gr/cm³	1.657		1.54		1.46				
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final		
TARRO Nº	Nro.	154	322	347	154	322	337	154	322	128
TARRO+SUELO HÚM.	gr	597.4	784.0	636.2	597.4	784.0	684.1	597.4	784.0	674.0
TARRO+SUELO SECO	gr	509.5	654.2	530.5	509.5	654.2	559.7	509.5	654.2	546.7
PESO DEL TARRO	gr	129.49	133.35	133.31	129.49	133.35	136.50	129.49	133.35	136.50
% DE HUMEDAD	%	23.13	24.92	27.10	23.13	24.92	29.40	23.13	24.92	31.02
HUMEDAD	%	24.03		27.10	24.03		29.40	24.03		31.02
ABSORCIÓN	%	3.07			5.37			6.99		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%	0.05	127.05	0.04%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.02	0.02	0.01	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.02
1.270	0.050		0.05	0.05	0.02	0.15	0.15	0.07	0.12	0.12	0.06
1.900	0.075		0.09	0.09	0.05	0.26	0.26	0.14	0.20	0.20	0.10
2.540	0.100	6.9	0.17	0.17	0.09	0.37	0.37	0.19	0.26	0.26	0.14
3.170	0.125		0.30	0.30	0.15	0.46	0.46	0.24	0.32	0.32	0.17
3.810	0.150		0.46	0.46	0.24	0.54	0.54	0.28	0.38	0.38	0.20
4.445	0.175		0.64	0.64	0.33	0.62	0.62	0.32	0.43	0.43	0.22
5.080	0.200	10.35	0.82	0.82	0.43	0.69	0.69	0.36	0.47	0.47	0.24
7.620	0.300		1.58	1.58	0.82	0.94	0.94	0.49	0.63	0.63	0.32


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

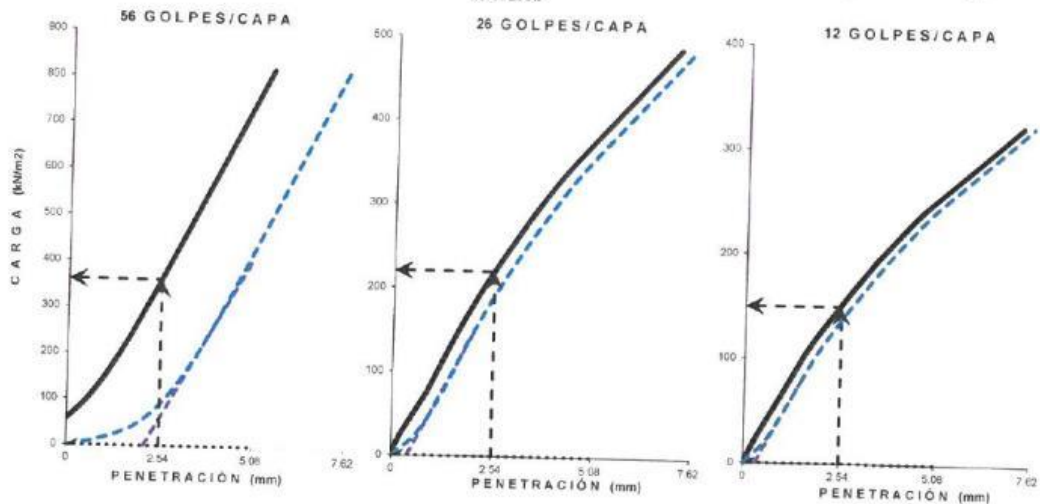
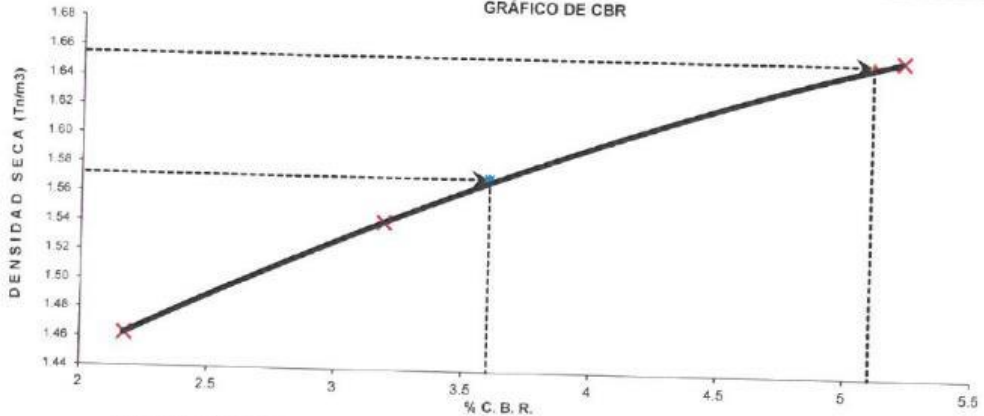
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHTO :	A-7-6 (11)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.66	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	24.10	
% Grava =	12.2	% Arena =	27.8	% Finos =
			60.0	LL % =
				44.7%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =
				22.9%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 5.1	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 3.6	CBR AL 90% MDS = -,-
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------

GRÁFICO DE CBR




KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc.: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (11)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	12.2	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.5	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	0.3	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

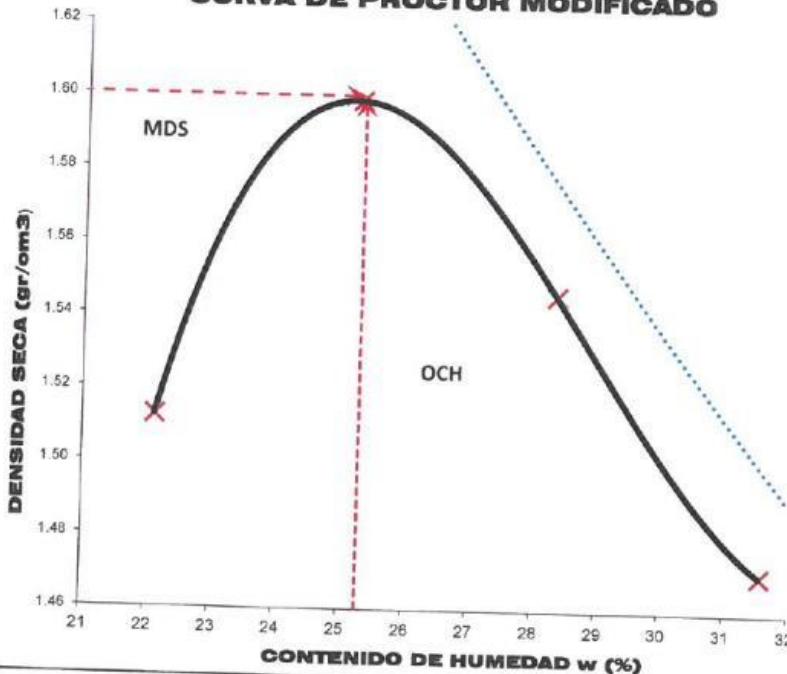
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,841	5,987	5,970	5,923
Peso de la muestra compactada	gr	1,735.9	1,881.8	1,864.6	1,818.5
Densidad húmeda	gr/cc	1.85	2.00	1.98	1.93
Densidad seca	gr/cc	1.51	1.60	1.55	1.47

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		26.0	415.0	45.0	62.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	747.62	751.43	677.56	737.52
Peso de tarro + suelo seco	gr	636.70	627.39	558.99	591.91
Peso del tarro	gr	135.340	136.229	140.592	130.785
Peso del agua	gr	110.92	124.03	118.57	145.61
Peso del suelo seco	gr	501.36	491.17	418.40	461.13
Contenido de humedad	%	22.12	25.25	28.34	31.58

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Optimo Contenido de Humedad (%)	25.30
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)	1.600


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 13033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-0-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Dosis : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE Nº	25			10			4				
CAPAS Nº	5			5			5				
GOLPES POR CAPA	56			26			12				
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO				
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,070			11,819			11,378				
PESO DEL MOLDE gr	6,871.00			7,868.00			7,711.00				
PESO SUELO HÚM. gr	4,199.00			3,953.00			3,667.00				
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,098.30			2,094.63			2,099.38				
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2.00			1.89			1.75				
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.60			1.51			1.40				
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial final	
TARRO Nº	Nro.	337	322	314	337	322	255	337	322	317	
TARRO+SUELO HÚM.	gr	535.6	581.4	781.6	535.6	581.4	742.6	535.6	581.4	751.9	
TARRO+SUELO SECO	gr	455.9	491.8	627.6	455.9	491.8	602.4	455.9	491.8	593.6	
PESO DEL TARRO	gr	136.50	133.35	65.95	136.50	133.35	96.77	136.50	133.35	66.70	
% DE HUMEDAD	%	24.95	25.00	27.42	24.95	25.00	27.73	24.95	25.00	30.04	
HUMEDAD	%	24.97		27.42	24.97		27.73	24.97		30.04	
ABSORCIÓN	%	2.44			2.75			5.07			
EXPANSIÓN											
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
		mm	%		mm	%		mm	%		
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%		
4	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%		
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630	0.025	0.06	0.06	0.03	0.09	0.09	0.05	0.10	0.10	0.05	
1.270	0.050	0.20	0.20	0.10	0.30	0.30	0.16	0.36	0.36	0.19	
1.900	0.075	0.40	0.40	0.21	0.53	0.53	0.27	0.57	0.57	0.30	
2.540	0.100	6.9	0.69	0.69	0.81	0.81	0.42	0.73	0.73	0.36	
3.170	0.125		0.99	0.99	1.04	1.04	0.54	0.84	0.84	0.43	
3.810	0.150		1.27	1.27	1.26	1.26	0.65	0.94	0.94	0.48	
4.445	0.175		1.53	1.53	1.45	1.45	0.75	1.01	1.01	0.52	
5.080	0.200	10.35	1.76	1.76	1.62	1.62	0.84	1.08	1.08	0.56	
7.620	0.300		2.52	2.52	2.18	2.18	1.12	1.30	1.30	0.67	


KENNY HUAMANI-GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Dosis : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

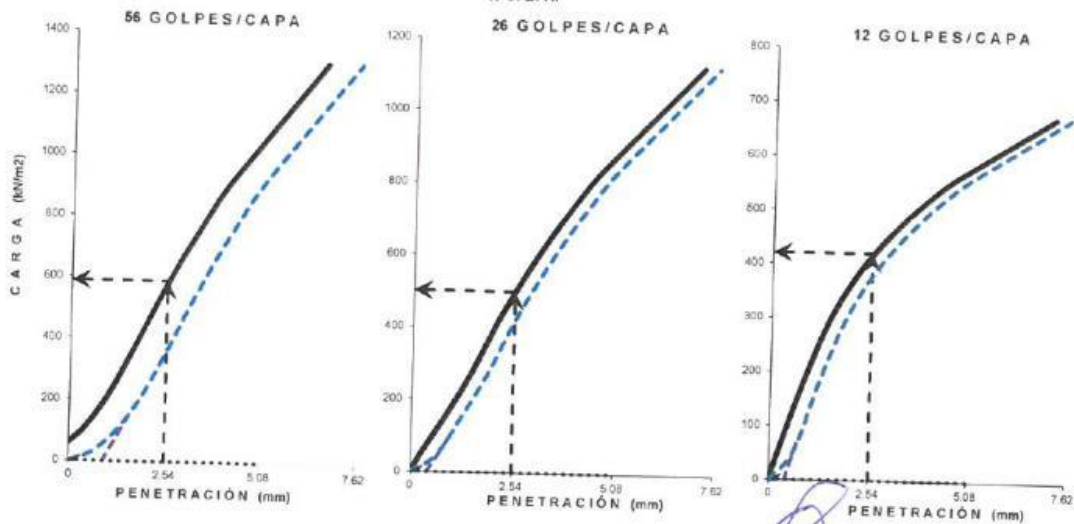
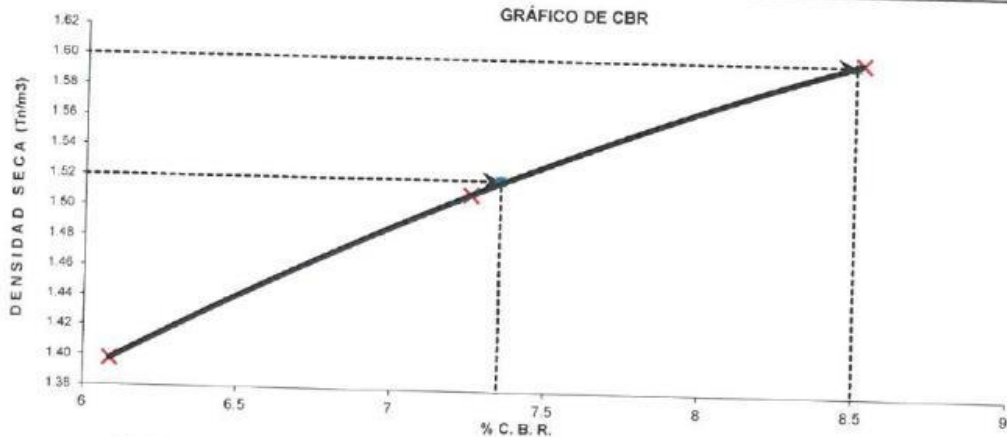
Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHTO :	A-7-6 (11)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.60	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	25.30	
% Grava =	12.2	% Arena =	27.8	% Finos = 60.0
Expansion % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 22.9%
		LL % =	44.7%	LP % = 21.8%

RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 8.5	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 7.4	CBR AL 90% MDS = --
---------------------------------	-----------------------------------	---------------------



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (11)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25
% Retenido acumulado malla N° 4 :	12.2	Material Pasante a usar PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.5	Molde (Pulg) 4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	0.3	Peso Molde (gr) : 4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

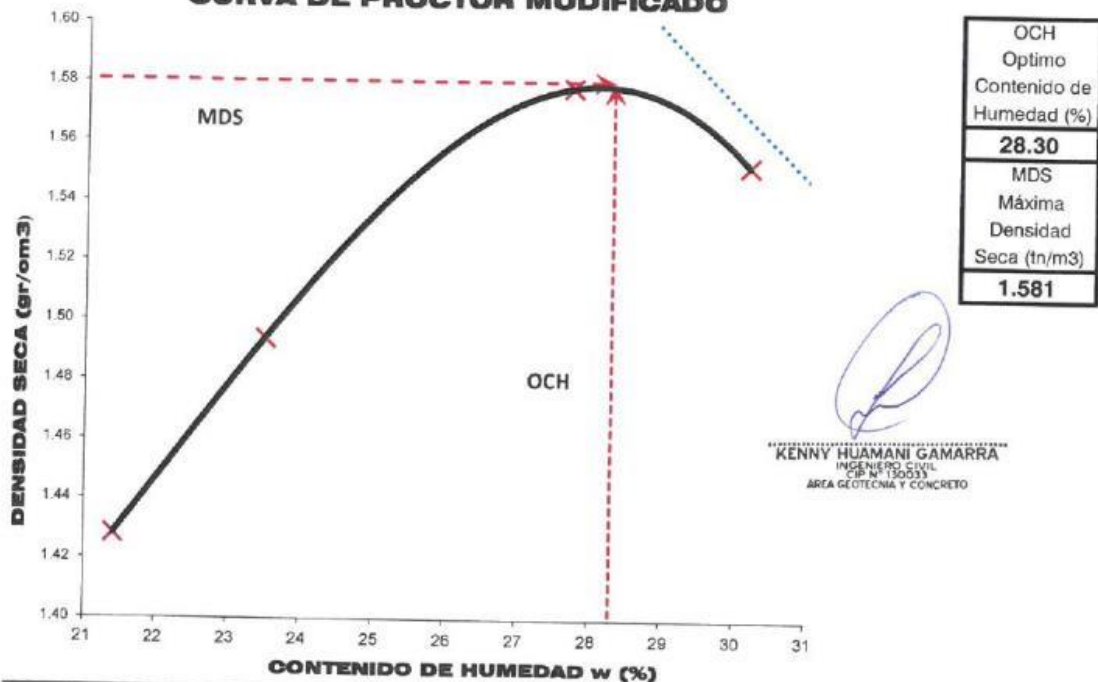
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,735	5,839	6,000	6,005
Peso de la muestra compactada	gr	1,629.7	1,733.7	1,894.8	1,899.5
Densidad húmeda	gr/cc	1.73	1.84	2.02	2.02
Densidad seca	gr/cc	1.43	1.49	1.58	1.55

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		54.0	180.0	108.0	66.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	732.81	736.55	664.15	722.92
Peso de tarro + suelo seco	gr	626.96	621.81	549.87	585.01
Peso del tarro	gr	132.660	133.531	137.808	128.195
Peso del agua	gr	105.85	114.73	114.28	137.91
Peso del suelo seco	gr	494.30	488.28	412.06	456.81
Contenido de humedad	%	21.41	23.50	27.73	30.19

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



CASAGRANDE
CONSULTORIA E INGENIERIA**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC
E 132)**

Página 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA
ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Dosis : MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº	14		35		22					
CAPAS Nº	5		5		5					
GOLPES POR CAPA	56		26		12					
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO		HUMEDO		HUMEDO					
PESO MOLDE+S. HUM.	gr	12,340	11,723		11,600					
PESO DEL MOLDE	gr	8,073.00	7,677.00		7,795.00					
PESO SUELO HUM.	gr	4,267.00	4,046.00		3,805.00					
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2,110.46	2,105.77		2,114.53					
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	2.02	1.92		1.80					
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.58	1.50		1.40					
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final			
TARRO Nº	Nro.	339	341	251	339	341	315	339	341	252
TARRO+SUELO HUM.	gr	532.5	609.0	667.5	532.5	609.0	751.3	532.5	609.0	679.5
TARRO+SUELO SECO	gr	446.9	501.4	531.2	446.9	501.4	587.0	446.9	501.4	536.6
PESO DEL TARRO	gr	134.06	134.19	84.15	134.06	134.19	67.20	134.06	134.19	101.01
% DE HUMEDAD	%	27.36	29.30	30.49	27.36	29.30	31.61	27.36	29.30	32.81
HUMEDAD	%	28.33		30.49	28.33		31.61	28.33		32.81
ABSORCIÓN	%	2.16		3.28	3.28		4.47	4.47		

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.13	0.13	0.06	0.12	0.12	0.06	0.13	0.13	0.07
1.270	0.050	0.43	0.43	0.22	0.43	0.43	0.22	0.51	0.51	0.26
1.900	0.075	0.85	0.85	0.44	0.77	0.77	0.40	0.82	0.82	0.43
2.540	0.100	1.32	1.32	0.68	1.09	1.09	0.57	1.07	1.07	0.55
3.170	0.125	1.71	1.71	0.89	1.36	1.36	0.70	1.26	1.26	0.65
3.810	0.150	2.07	2.07	1.07	1.61	1.61	0.83	1.40	1.40	0.72
4.445	0.175	2.39	2.39	1.23	1.82	1.82	0.94	1.53	1.53	0.79
5.080	0.200	2.66	2.66	1.37	1.99	1.99	1.03	1.64	1.64	0.85
7.620	0.300	3.51	3.51	1.81	2.53	2.53	1.31	1.95	1.95	1.01



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Dosis : MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)

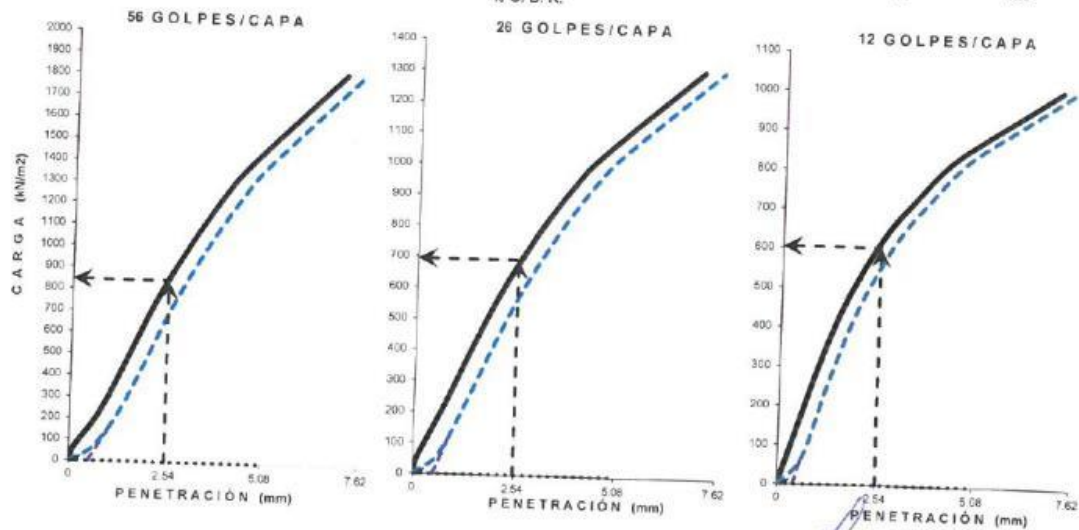
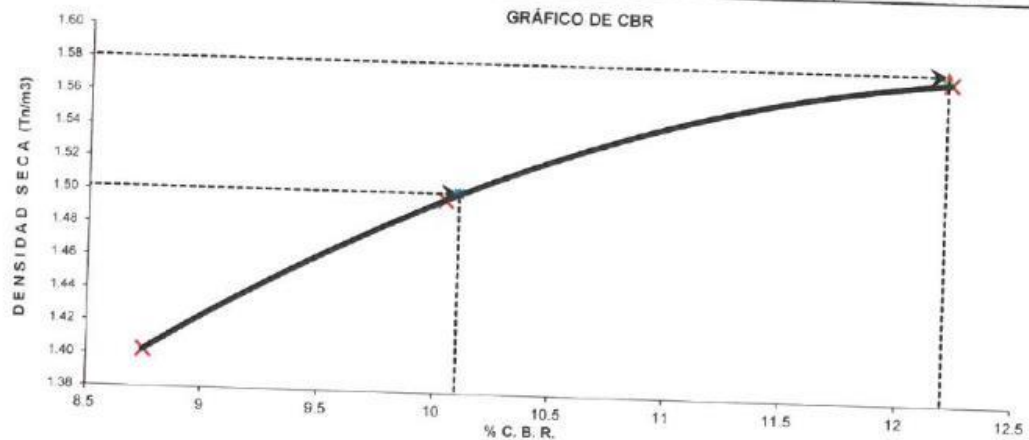
Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHTO :	A-7-6 (11)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.58	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	28.30						
% Grava =	12.2	% Arena =	27.8	% Finos =	60.0	LL % =	44.7%	LP % =	21.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	22.9%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 12.2	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 10.1	CBR AL 90% MDS = -,-
----------------------------------	------------------------------------	----------------------




KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (11)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	12.2	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.5	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	0.3	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

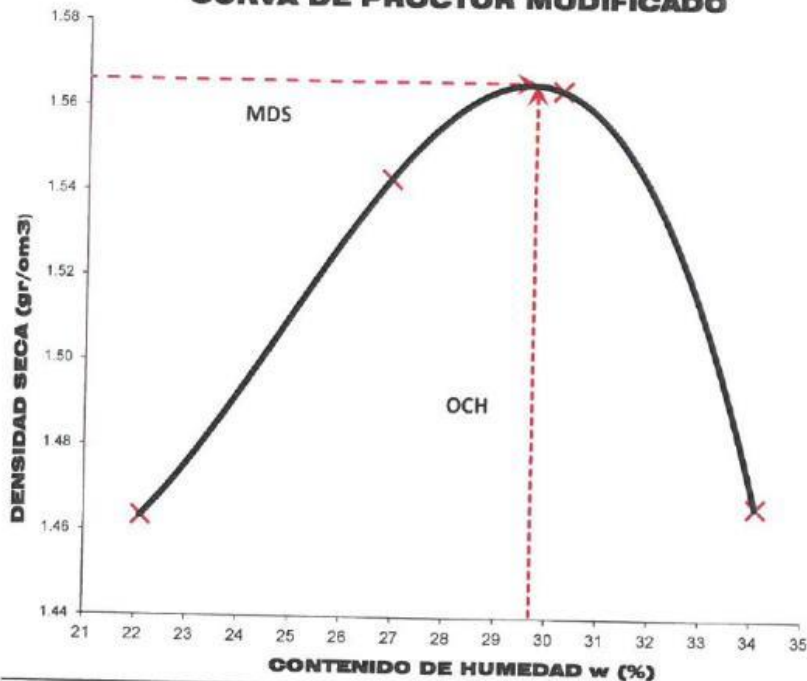
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,784	5,945	6,019	5,953
Peso de la muestra compactada	gr	1,679.3	1,840.4	1,914.1	1,848.1
Densidad húmeda	gr/cc	1.79	1.96	2.04	1.97
Densidad seca	gr/cc	1.46	1.54	1.56	1.47

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		45.0	178.0	96.0	31.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	710.61	714.23	644.02	701.01
Peso de tarro + suelo seco	gr	605.24	590.24	525.63	554.40
Peso del tarro	gr	128.640	129.485	133.632	124.310
Peso del agua	gr	105.37	123.98	118.39	146.61
Peso del suelo seco	gr	476.60	460.76	392.00	430.09
Contenido de humedad	%	22.11	26.91	30.20	34.09

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Óptimo Contenido de Humedad (%)
29.70
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)
1.566


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
SERTIFICADA Y CONCRETE

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR													
MOLDE Nº	15			25			12						
CAPAS Nº	5			5			5						
GOLPES POR CAPA	56			26			12						
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO						
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,975			11,033			11,628					
PESO DEL MOLDE	gr	7,863.00			6,871.00			7,811.00					
PESO SUELO HÚM.	gr	4,312.00			4,162.00			3,817.00					
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,114.15			2,098.30			2,110.84					
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.04			1.98			1.81					
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.57			1.52			1.39					
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	333	336	272	333	336	251	333	336	250			
TARRO+SUELO HÚM.	gr	616.1	643.2	720.3	616.1	643.2	690.1	616.1	643.2	798.0			
TARRO+SUELO SECO	gr	502.1	526.4	561.9	502.1	526.4	539.0	502.1	526.4	619.6			
PESO DEL TARRO	gr	128.00	133.35	81.00	128.00	133.35	84.15	128.00	133.35	96.54			
% DE HUMEDAD	%	30.47	29.72	32.94	30.47	29.72	33.22	30.47	29.72	34.11			
HUMEDAD	%	30.09		32.94	30.09		33.22	30.09		34.11			
ABSORCIÓN	%	2.84		3.13	3.13		3.22	30.09		34.11			
EXPANSIÓN													
DÍA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
				mm	%			mm	%			mm	%
0		0.00		127.00	0.00%	0.00		127.00	0.00%	0.00		127.00	0.00%
4		0.02		127.02	0.02%	0.03		127.03	0.02%	0.03		127.03	0.02%
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE				
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)		
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.630	0.025		0.21	0.21	0.11	0.32	0.32	0.17	0.41	0.41	0.21		
1.270	0.050		0.63	0.63	0.33	0.98	0.98	0.51	1.26	1.26	0.65		
1.900	0.075		1.12	1.12	0.68	1.37	1.37	0.71	1.51	1.51	0.78		
2.540	0.100	6.9	1.63	1.63	0.84	1.76	1.76	0.91	1.73	1.73	0.89		
3.170	0.125		2.18	2.18	1.13	2.10	2.10	1.09	1.91	1.91	0.99		
3.810	0.150		2.75	2.75	1.42	2.48	2.48	1.28	2.05	2.05	1.06		
4.445	0.175		3.06	3.06	1.58	2.71	2.71	1.40	2.18	2.18	1.13		
5.080	0.200	10.35	3.06	3.06	1.58	2.76	2.76	1.43	2.29	2.29	1.19		
7.620	0.300		3.06	3.06	1.58	2.94	2.94	1.52	2.65	2.65	1.37		


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 120031
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Lugar : ROSARIO-SIVIA

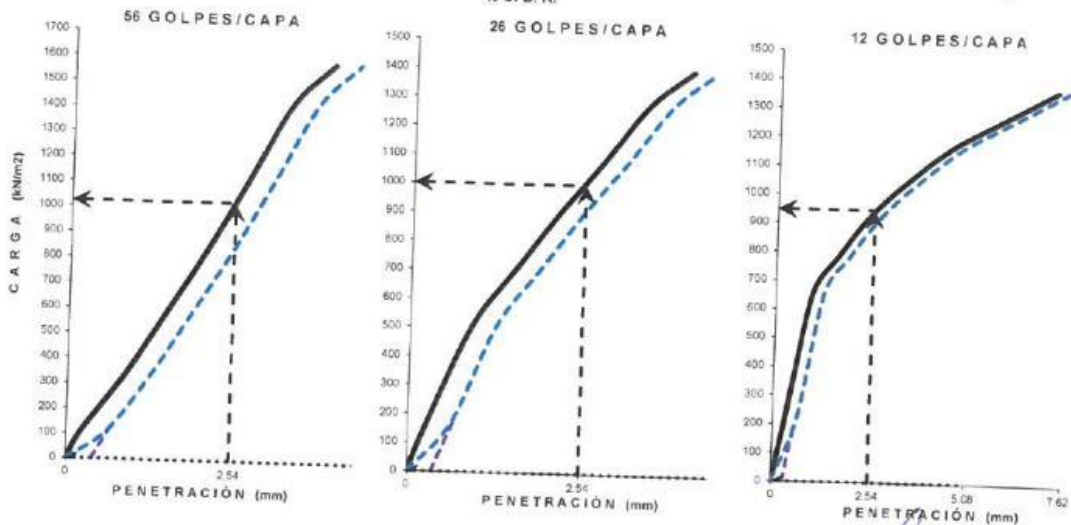
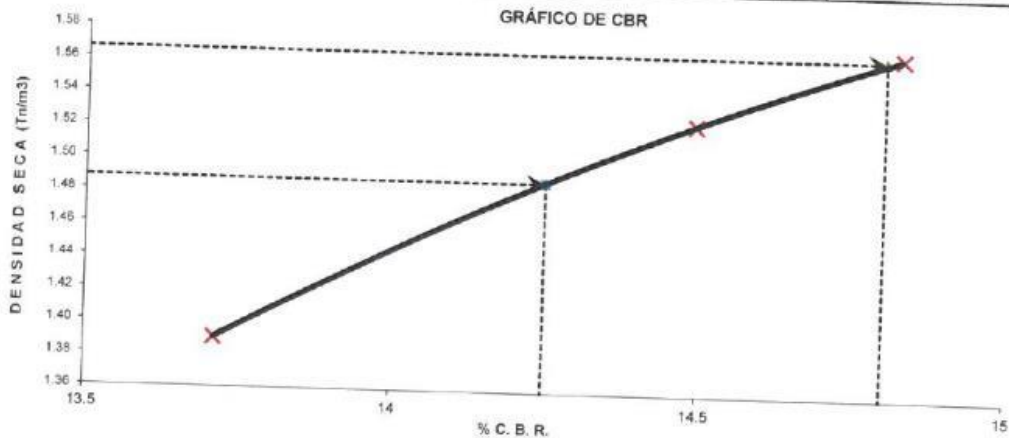
Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHTO :	A-7-6 (11)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.57	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	29.70						
% Grava =	12.2	% Arena =	27.8	% Finos =	60.0	LL % =	44.7%	LP % =	21.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	22.9%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") =	14.8	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") =	14.3	CBR AL 90% MDS =	-.-
-----------------------------	------	-------------------------------	------	------------------	-----



(Signature)
KENNY HUAMAN GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 13003
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Pro: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA ARENOSA

Clasificación AASHTO : A-7-6 (11) MDS = 1.66 gr/cm³ OCH = 24.10 %

% Retenido acumulado malla N° 4 : 12.18 % Pasa acumulado malla N° 4 : 87.82

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (MUCILAGO DE NOPAL)		0.0		
MOLDE N°		1	2	3
PESO MOLDE+S. HUM.	gr	1,770	1,767	1,759
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90
PESO SUELO HUM.	gr	1,169.00	1,164.50	1,157.10
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	565.16	564.82	564.90
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	2.07	2.06	2.05
HUMEDAD TARRO Nro.		154	44	52
TARRO+SUELO HUM.	gr	553.30	552.70	621.00
TARRO+SUELO SECO	gr	469.40	466.20	506.75
PESO DEL TARRO	gr	129.49	98.79	21.33
% DE HUMEDAD	%	24.68	23.54	23.54
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.66	1.67	1.66

ENSAYO DE COMPRESION				
EDAD	días	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2
ALTURA	mm	141.9	142.3	141.9
RELACION H/D		1.99	2.00	1.99
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	1.2	1.3	1.5
RESISTENCIA FC	kg/cm ²	2.9	3.2	3.9
RESISTENCIA PROM	kg/cm ²	3.4		
RESISTENCIA PROM	MPa	0.3		


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 13003
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 14+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA ARENOSA

Clasificación AASHTO : A-7-6 (11)

% Retenido acumulado malla N° 4 : 12.18

% Pasa acumulado malla N° 4 : 87.82

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (MUCILAGO DE NOPAL)	3.0			6.0			9.0				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
MOLDE N°											
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	1,743	1,746	1,729	1,773	1,774	1,776	1,752	1,744	1,737	
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90	600.80	602.40	601.30	600.80	601.40	602.30	
PESO SUELO HÚM.	gr	1,142.00	1,143.20	1,127.10	1,172.40	1,171.30	1,174.70	1,151.60	1,142.30	1,134.70	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	562.77	564.39	562.31	580.50	578.07	578.07	575.76	565.62	561.57	
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	2.03	2.03	2.00	2.02	2.03	2.03	2.00	2.02	2.02	
HUMEDAD	TARRO	Nro.	126	35	51	349	238	125	324	116	247
TARRO+SUELO HÚM.	gr	608.63	607.97	683.10	536.10	543.90	612.40	519.50	516.80	524.80	
TARRO+SUELO SECO	gr	514.84	507.32	552.22	433.90	446.00	492.99	431.20	419.10	405.83	
PESO DEL TARRO	gr	142.44	108.67	23.46	66.99	95.55	66.26	129.18	88.50	13.97	
% DE HUMEDAD	%	25.19	25.25	24.75	27.85	27.94	27.98	29.24	29.56	30.36	
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.62	1.62	1.61	1.58	1.58	1.59	1.55	1.56	1.55	

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2	72.1	72.0	72.0	71.8	71.1	70.9
ALTURA	mm	141.3	142.2	141.2	142.2	142.0	142.0	142.2	142.5	142.2
RELACION H/D		1.98	2.00	1.98	1.97	1.97	1.97	1.98	2.00	2.01
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	3.2	3.3	3.5	7.5	7.2	7.2	9.8	10.3	10.2
RESISTENCIA FC	kg/cm ²	8.1	8.4	9.0	18.7	17.9	17.9	24.7	26.5	26.4
RESISTENCIA PROM	kg/cm ²	8.5			18.2			25.9		
RESISTENCIA PROM	MPa	0.8			1.8			2.5		

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA




KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ANEXO 1.2
ENSAYOS DE
LABORATORIO
KM 15+250



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato / Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	194	345		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	23.056	25.132		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	22.742	24.670		
3	PESO RECIPIENTE	gr	21.300	22.630		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	0.31	0.46		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	1.44	2.04		
6	HUMEDAD	%	21.78%	22.65%		

LIMITE PLÁSTICO

%

22.2%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	33.343	35.377	14	34.063
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	30.735	31.849		30.924
3	PESO RECIPIENTE	gr	22.960	21.650		22.360
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	2.609	3.528		3.139
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	7.775	10.199		8.564
6	HUMEDAD	%	33.56%	34.60%		36.65%
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	34	26		15

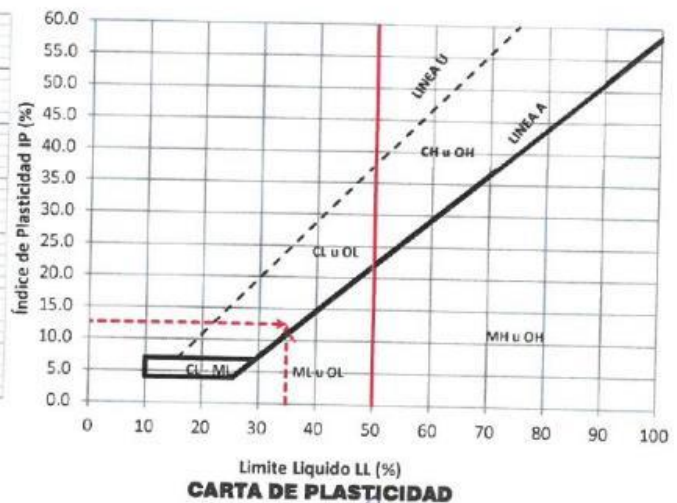
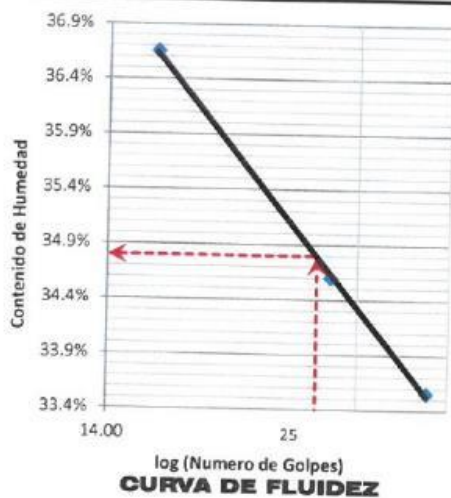
LIMITE LIQUIDO

%

34.8%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP=

12.6%



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

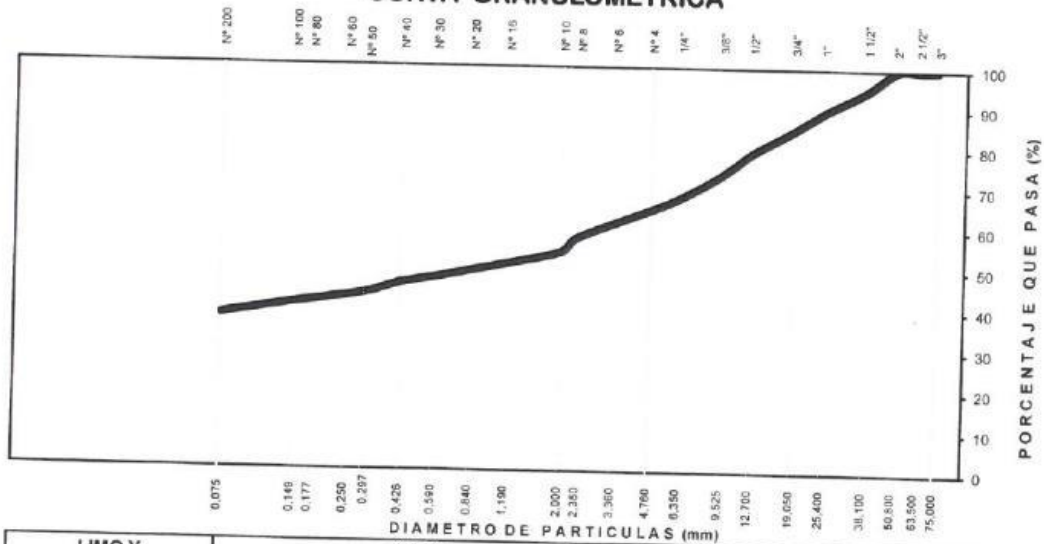
Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'
 Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008
 Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 15+250
 Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA
 Distrito : ROSARIO-SIVIA
 Lugar : ROSARIO-SIVIA
 Fecha : MAYO DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
						ENSAYOS ESTÁNDAR		
3"	75.000	-	-	-	100.00			
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr)	3497.5	
2"	50.800	-	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr)	2170.4	
1 1/2"	38.100	179.92	5.14	5.14	94.86	Pérdida por lavado (gr)	1327.1	
1"	25.400	188.88	5.40	10.54	89.46	Humedad (%)	14.50	
3/4"	19.000	163.02	4.66	15.21	84.79	% Grava	35.4	
1/2"	12.700	197.91	5.66	20.86	79.14	% Grava gruesa	15.2	
3/8"	9.500	194.00	5.55	26.41	73.59	% Grava fina	20.2	
1/4"	6.350	202.96	5.80	32.21	67.79	% Arena	26.7	
Nº 4	4.760	110.85	3.17	35.38	64.62	% Arena gruesa	10.5	
Nº 8	2.360	240.42	6.87	42.26	57.74	% Arena media	7.9	
Nº 10	2.000	127.97	3.66	45.92	54.08	% Arena fina	8.2	
Nº 16	1.100	117.11	3.35	49.27	50.73	% de Finos	37.9	
Nº 30	0.590	111.06	3.18	52.44	47.56	$D_{10} = D_{e(mm)}$	0.0198	
Nº 40	0.425	48.86	1.40	53.84	46.16	$D_{30(mm)}$	0.0593	
Nº 50	0.297	94.73	2.71	56.55	43.45	$D_{60(mm)}$	3.1485	
Nº 100	0.149	87.64	2.51	59.05	40.95	Cu =	-	
Nº 200	0.075	105.01	3.00	62.05	37.95	Cc =	-	
Lavado		1,327.1	-	-	62.05			
TOTAL		3497.5	100.0	100.00		CLASIFICACIÓN		
						AASHTO	A-6 (1)	GC
						Clasificación SUCS		

GRAVA ARCILLOSA CON ARENA

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 130533
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	Nº	157	267
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,200.70	1,166.57
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,062.65	1,020.93
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	138.05	145.64
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	928.91	935.33
HUMEDAD	%	14.9%	15.6%

CONTENIDO DE HUMEDAD

%

15.2%


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
DIP. N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-0-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2311.42	2311.42	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2342.51	2342.51	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1437.12	1438.14	
Gravedad Especifica		2.553	2.556	2.554
Gravedad Especifica SSS		2.587	2.590	2.589
Gravedad Especifica Aparente		2.644	2.647	2.645
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm ³	500	500	2.664
Peso de la muestra seca	gr	102.05	101.17	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	771.01	776.91	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	707.79	713.17	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	22	22	
Corrección por temperatura (K)		0.9996	0.9996	
Gravedad especifica de la muestra		2.627	2.702	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	35.4
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	64.6
Gravedad especifica de los sólidos	2.658


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130533
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA		METODO C
Clasificación AASHTO :	A-6 (1)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 56
% Retenido acumulado malla N° 4 :	35.4	Material Pasante a usar PASA 3/4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	26.4	Molde (Pulg) 6	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	15.2	Peso Molde (gr) : 4105.00	Vol. (cm3) : 939.81

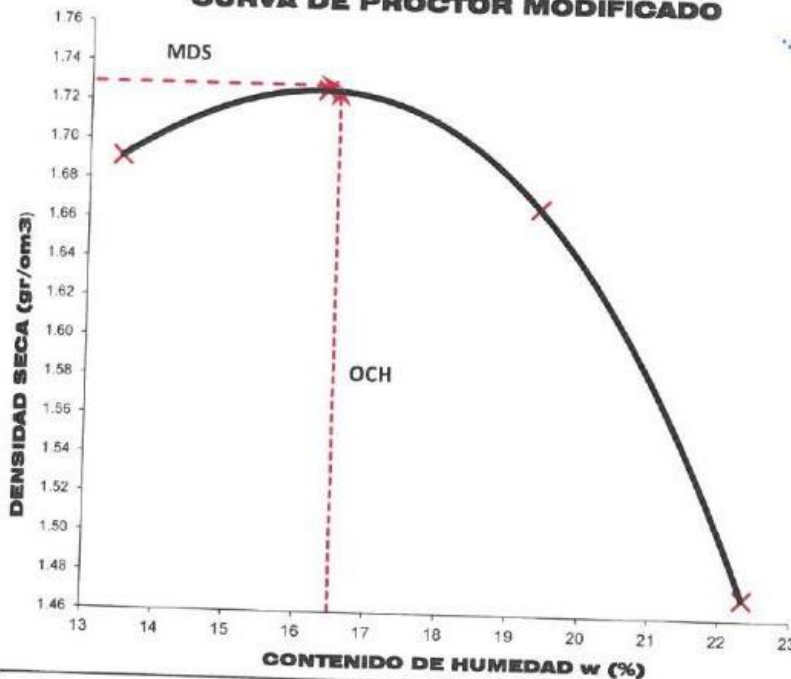
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,908	5,992	5,976	5,796
Peso de la muestra compactada	gr	1,802.9	1,887.4	1,870.9	1,691.0
Densidad húmeda	gr/cc	1.92	2.01	1.99	1.80
Densidad seca	gr/cc	1.69	1.73	1.67	1.47

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		41.0	42.0	49.0	68.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	579.17	777.24	576.59	709.88
Peso de tarro + suelo seco	gr	518.58	678.22	494.49	592.49
Peso del tarro	gr	68.29	71.70	70.34	66.92
Peso del agua	gr	60.59	99.02	82.10	117.39
Peso del suelo seco	gr	450.29	606.52	424.15	525.57
Contenido de humedad	%	13.46	16.33	19.36	22.34

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH
Óptimo
Contenido de
Humedad (%)
16.50
MDS
Máxima
Densidad
Seca (tn/m3)
1.729

KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº	11			12			1			
CAPAS Nº	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,781			11,878			11,986			
PESO DEL MOLDE gr	7,577.00			7,811.00			8,178.00			
PESO SUELO HÚM. gr	4,204.00			4,067.00			3,808.00			
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,089.34			2,110.84			2,118.70			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2.01			1.93			1.80			
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.73			1.65			1.54			
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	338	329	267	338	329	250	338	329	310
TARRO+SUELO HÚM.	gr	644.5	722.4	669.4	644.5	722.4	695.4	644.5	722.4	816.1
TARRO+SUELO SECO	gr	572.6	638.4	572.7	572.6	638.4	590.6	572.6	638.4	650.2
PESO DEL TARRO	gr	140.30	132.12	85.60	140.30	132.12	96.54	140.30	132.12	65.49
% DE HUMEDAD	%	16.63	16.59	19.85	16.63	16.59	21.21	16.63	16.59	22.11
HUMEDAD	%	16.61		19.85	16.61		21.21	16.61		22.11
ABSORCIÓN	%	3.24			4.60			5.50		

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.14	0.14	0.07	0.13	0.13	0.07	0.11	0.11	0.08
1.270	0.050	0.42	0.42	0.22	0.38	0.38	0.20	0.31	0.31	0.16
1.900	0.075	0.74	0.74	0.38	0.62	0.62	0.32	0.46	0.46	0.24
2.540	0.100	1.03	1.03	0.53	0.84	0.84	0.43	0.60	0.60	0.31
3.170	0.125	1.27	1.27	0.66	1.02	1.02	0.53	0.71	0.71	0.37
3.810	0.150	1.51	1.51	0.76	1.15	1.15	0.59	0.77	0.77	0.40
4.445	0.175	1.73	1.73	0.90	1.32	1.32	0.68	0.88	0.88	0.45
5.080	0.200	1.94	1.94	1.00	1.45	1.45	0.75	0.94	0.94	0.49
7.620	0.300	2.70	2.70	1.40	1.95	1.95	1.01	1.17	1.17	0.61

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 110033
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
CONSULTORIA E INGENIERIA

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NÓPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CQ-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NÓPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

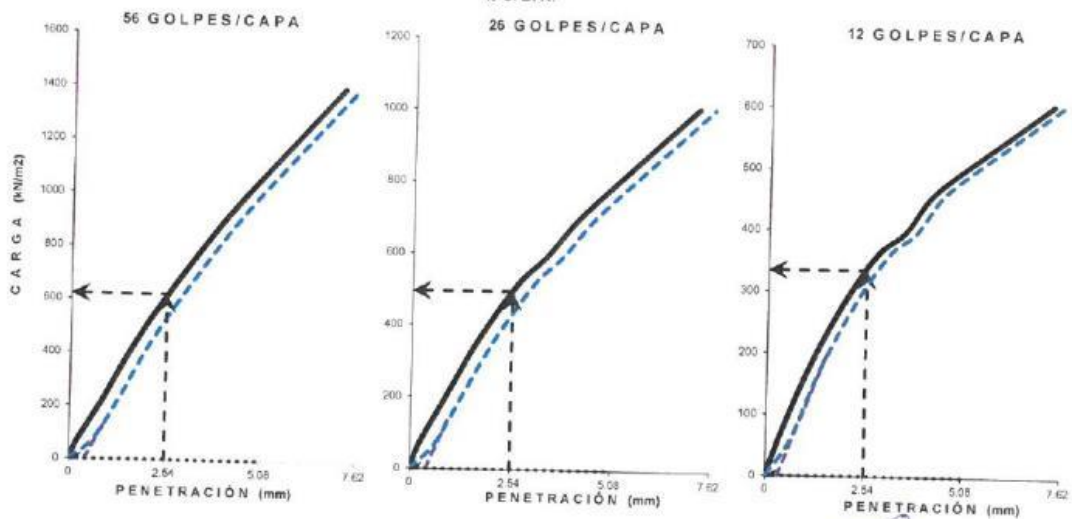
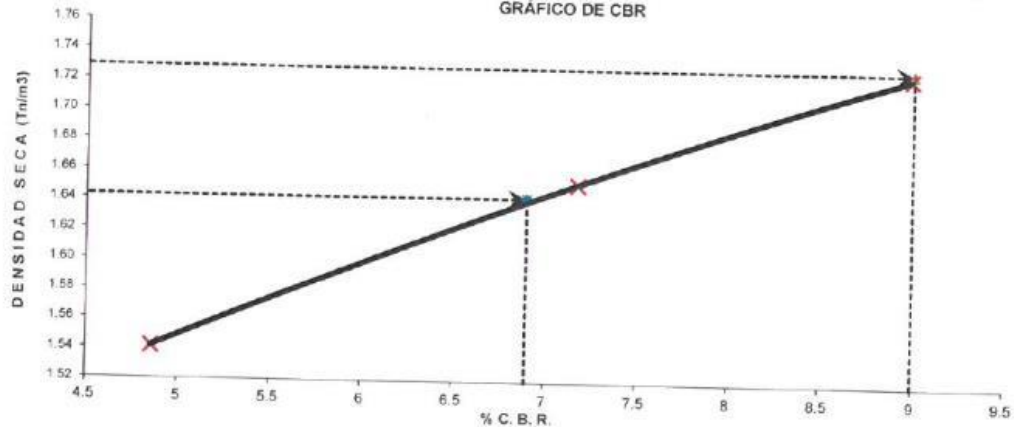
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	AASHTO :	A-6 (1)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.73	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	16.50	
% Grava =	35.4	% Arena =	26.7	% Finos = 37.9
				LL % = 34.8%
				LP % = 22.2%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 12.6%

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 9.0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 6.9	CBR AL 90% MDS = -,-
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------

GRÁFICO DE CBR



Kenny Huamani Camarra
KENNY HUAMANI CAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 Nº 13003
 ARCA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y EDILIZIA

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Pro: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA

Clasificación AASHTO : A-6 (1)

MDS = 1.73 gr/cm3

OCH = 16.50 %

% Retenido acumulado malla N° 4 : 35.38

% Pasa acumulado malla N° 4 : 64.62

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (MUCILAGO DE NOPAL)		0.0		
MOLDE N°		1	2	3
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	1,735	1,732	1,724
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90
PESO SUELO HÚM.	gr	1,134.40	1,129.84	1,122.28
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	561.58	559.42	561.83
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.02	2.02	2.00
HUMEDAD	TARRO Nro.	41	43	171
TARRO+SUELO HÚM.	gr	564.37	563.75	633.42
TARRO+SUELO SECO	gr	503.79	500.52	546.88
PESO DEL TARRO	gr	132.08	100.77	21.75
% DE HUMEDAD	%	16.30	15.82	16.48
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.74	1.74	1.71

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2
ALTURA	mm	141.0	140.9	141.1
RELACION H/D		1.98	1.98	1.98
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	2.2	2.3	2.5
RESISTENCIA FC	kg/cm2	5.5	5.8	6.4
RESISTENCIA PROM	kg/cm2	5.9		
RESISTENCIA PROM	MPa	0.6		


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 R.P. N° 126033
 AREA DE TECNOLOGIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1.3
ENSAYOS DE
LABORATORIO
KM 16+500

.....
KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Estrato / Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Fecha : MAYO DEL 2022

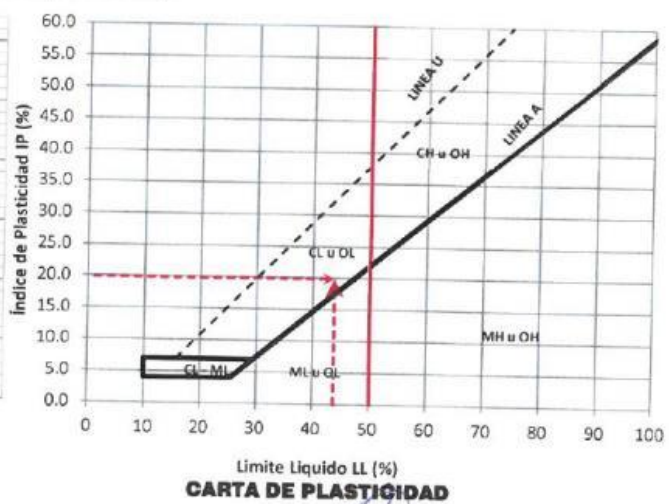
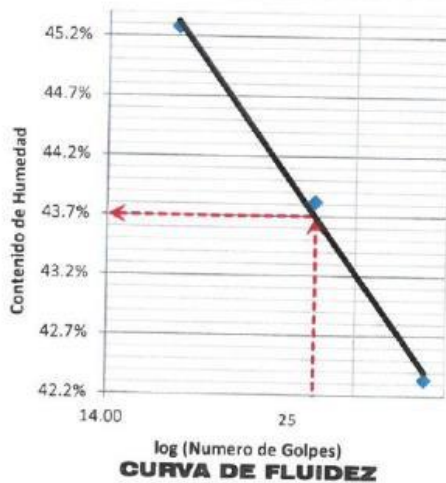
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	145	142		
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	33.221	36.310		
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	31.715	34.587		
3	PESO RECIPIENTE	gr	25.580	27.156		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.51	1.72		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	6.16	7.43		
6	HUMEDAD	%	24.46%	23.18%		
LIMITE PLÁSTICO		%			23.8%	

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
			45	321	114	
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	38.345	40.684	39.173	
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	34.950	36.026	35.138	
3	PESO RECIPIENTE	gr	26.932	25.395	26.228	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	3.395	4.658	4.034	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	8.018	10.630	8.910	
6	HUMEDAD	%	42.34%	43.82%	45.28%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	34	25	17	
LIMITE LIQUIDO		%				43.7%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP = LL - LP = 19.9\%$



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.M.N. 170033
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

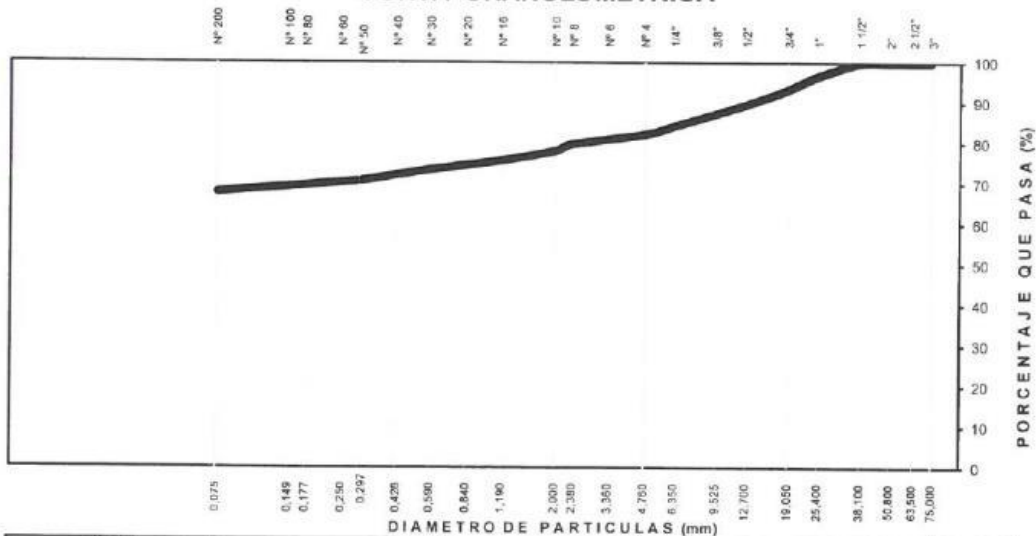
Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'
 Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008
 Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 17+750
 Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA
 Distrito : ROSARIO-SIVIA
 Lugar : ROSARIO-SIVIA
 Fecha : MAYO DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	-	-	100.00	ENSAYOS ESTÁNDAR		
	2 1/2"	63.500	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr)	3795.0	
	2"	50.800	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr)	1218.7	
	1 1/2"	38.100	-	-	100.00	Pérdida por lavado (gr)	2576.3	
	1"	25.400	124.78	3.29	3.29	96.71	Humedad (%)	22.79
	3/4"	19.000	130.73	3.44	6.73	93.27	% Grava	17.9
	1/2"	12.700	138.78	3.66	10.39	89.61	% Grava gruesa	6.7
	3/8"	9.500	88.15	2.32	12.71	87.29	% Grava fina	11.2
	1/4"	6.350	114.72	3.02	15.74	84.26	% Arena	14.2
	Nº 4	4.750	81.74	2.15	17.89	82.11	% Arena gruesa	4.1
	Nº 8	2.360	88.21	2.32	20.21	79.79	% Arena media	5.9
	Nº 10	2.000	65.83	1.73	21.95	78.05	% Arena fina	4.3
	Nº 16	1.100	99.89	2.63	24.58	75.42	% de Finos	67.9
	Nº 30	0.590	75.45	1.99	26.57	73.43	D ₁₀ = D _{60(mm)} =	0.0110
	Nº 40	0.425	48.13	1.27	27.84	72.16	D _{30(mm)} =	0.0331
	Nº 50	0.297	56.99	1.50	29.34	70.66	D _{60(mm)} =	0.0663
	Nº 100	0.149	54.22	1.43	30.77	69.23	Cu =	--
	Nº 200	0.075	51.06	1.35	32.11	67.89	Cc =	--
	Lavado		2,576.3	67.89	100.00			
	TOTAL		3795.0	100.0			CLASIFICACIÓN AASHTO A-7-6 (12) Clasificación SUCS CL	

ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA

CURVA GRANULOMÉTRICA



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 130013
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPiente	Nº	41	56
PESO SUELO HUMEDO+RECIPiente DE LA MUESTRA	gr	1,394.69	1,363.11
PESO SUELO SECO+RECIPiente DE LA MUESTRA	gr	1,160.04	1,127.29
PESO RECIPiente	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	234.65	235.82
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	1,026.30	1,041.69
HUMEDAD	%	22.9%	22.6%

CONTENIDO DE HUMEDAD

%

22.8%

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO
ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA
Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO Distrito : ROSARIO-SIVIA
Exploración : SUBRASANTE KM 17+750 Lugar : ROSARIO-SIVIA
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO Fecha : MAYO DEL 2022

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2242.07	2242.07	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2272.24	2272.24	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1409.01	1409.00	
Gravedad Especifica		2.597	2.597	2.597
Gravedad Especifica SSS		2.632	2.632	2.632
Gravedad Especifica Aparente		2.691	2.691	2.691
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	
Peso de la muestra seca	gr	99.99	99.13	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	747.88	753.60	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	685.06	691.27	2.689
Temperatura del agua en el ensayo	°C	25	24	
Corrección por temperatura (K)		0.9988	0.9991	
Gravedad especifica de la muestra		2.687	2.691	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	17.9
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	82.1
Gravedad especifica de los sólidos	2.690


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120313
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (12)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	17.9	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	12.7	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	6.7	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

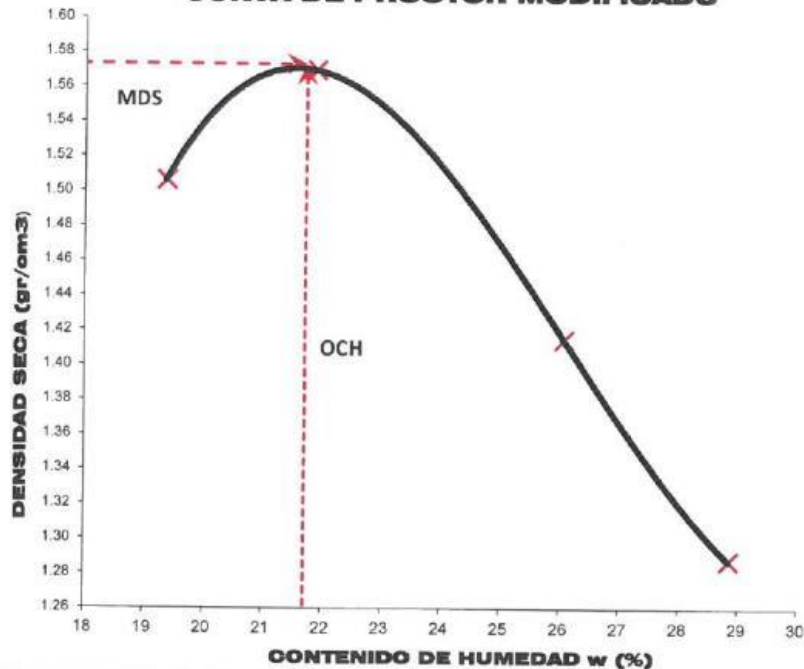
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,794	5,903	5,781	5,664
Peso de la muestra compactada	gr	1,689.3	1,797.7	1,676.1	1,559.2
Densidad húmeda	gr/cc	1.80	1.91	1.78	1.66
Densidad seca	gr/cc	1.51	1.57	1.41	1.29

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		49.0	65.0	12.0	17.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	642.37	862.06	639.52	787.34
Peso de tarro + suelo seco	gr	550.44	721.60	523.40	627.64
Peso del tarro	gr	75.74	79.53	78.01	74.23
Peso del agua	gr	91.93	140.46	116.12	159.70
Peso del suelo seco	gr	474.70	642.07	445.38	553.41
Contenido de humedad	%	19.37	21.88	26.07	28.86

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH
Óptimo
Contenido de
Humedad (%)
21.70
MDS
Máxima
Densidad
Seca (tn/m3)
1.573


KENNY HUMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	Nº	157	267
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,200.70	1,166.57
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,062.65	1,020.93
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	138.05	145.64
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	928.91	935.33
HUMEDAD	%	14.9%	15.6%

CONTENIDO DE HUMEDAD

%

15.2%


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2311.42	2311.42	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2342.51	2342.51	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1437.12	1438.14	
Gravedad Especifica		2.553	2.556	2.554
Gravedad Especifica SSS		2.587	2.590	2.589
Gravedad Especifica Aparente		2.644	2.647	2.645
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	
Peso de la muestra seca	gr	102.05	101.17	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	771.01	776.91	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	707.79	713.17	2.664
Temperatura del agua en el ensayo	°C	22	22	
Corrección por temperatura (K)		0.9996	0.9996	
Gravedad específica de la muestra		2.627	2.702	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	35.4
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	64.6
Gravedad específica de los sólidos	2.658


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 120033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA		METODO C	
Clasificación AASHTO :	A-6 (1)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 56	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	35.4	Material Pasante a usar	PASA 3/4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	26.4	Molde (Pulg)	6	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	15.2	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol. (cm3) : 939.81

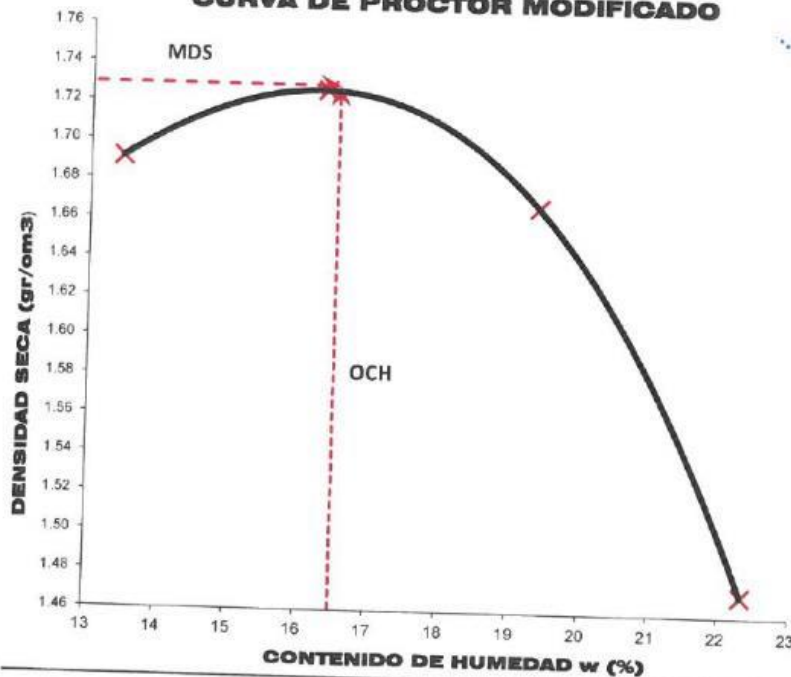
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,908	5,992	5,976	5,796
Peso de la muestra compactada	gr	1,802.9	1,887.4	1,870.9	1,691.0
Densidad húmeda	gr/cc	1.92	2.01	1.99	1.80
Densidad seca	gr/cc	1.69	1.73	1.67	1.47

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		41.0	42.0	49.0	68.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	579.17	777.24	576.59	709.88
Peso de tarro + suelo seco	gr	518.58	678.22	494.49	592.49
Peso del tarro	gr	68.29	71.70	70.34	66.92
Peso del agua	gr	60.59	99.02	82.10	117.39
Peso del suelo seco	gr	450.29	606.52	424.15	525.57
Contenido de humedad	%	13.46	16.33	19.36	22.34

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Óptimo Contenido de Humedad (%)
16.50
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)
1.729

KENNY ALVARADO GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR													
MOLDE Nº	11			12			1						
CAPAS Nº	5			5			5						
GOLPES POR CAPA	56			26			12						
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO						
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,781		11,878		11,986							
PESO DEL MOLDE	gr	7,577.00		7,811.00		8,178.00							
PESO SUELO HÚM.	gr	4,204.00		4,067.00		3,808.00							
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,089.34		2,110.84		2,118.70							
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.01		1.93		1.80							
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.73		1.65		1.54							
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	338	329	267	338	329	250	338	329	310			
TARRO+SUELO HÚM.	gr	644.5	722.4	669.4	644.5	722.4	695.4	644.5	722.4	816.1			
TARRO+SUELO SECO	gr	572.6	638.4	572.7	572.6	638.4	590.6	572.6	638.4	680.2			
PESO DEL TARRO	gr	140.30	132.12	85.60	140.30	132.12	96.54	140.30	132.12	65.49			
% DE HUMEDAD	%	16.63	16.59	19.85	16.63	16.59	21.21	16.63	16.59	22.11			
HUMEDAD	%	16.61		19.85	16.61		21.21	16.61		22.11			
ABSORCIÓN	%	3.24			4.60			5.50					
EXPANSIÓN													
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
		mm	%		mm	%		mm	%				
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%				
4	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%				
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE				
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)		
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.630	0.025		0.14	0.14	0.07	0.13	0.13	0.07	0.11	0.11	0.06		
1.270	0.050		0.42	0.42	0.22	0.38	0.38	0.20	0.31	0.31	0.16		
1.900	0.075		0.74	0.74	0.38	0.62	0.62	0.32	0.46	0.46	0.24		
2.540	0.100	6.9	1.03	1.03	0.53	0.84	0.84	0.43	0.60	0.60	0.31		
3.170	0.125		1.27	1.27	0.66	1.02	1.02	0.53	0.71	0.71	0.37		
3.810	0.150		1.51	1.51	0.76	1.15	1.15	0.59	0.77	0.77	0.40		
4.445	0.175		1.73	1.73	0.90	1.32	1.32	0.68	0.88	0.88	0.45		
5.080	0.200	10.35	1.94	1.94	1.00	1.45	1.45	0.75	0.94	0.94	0.49		
7.620	0.300		2.70	2.70	1.40	1.95	1.95	1.01	1.17	1.17	0.61		


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

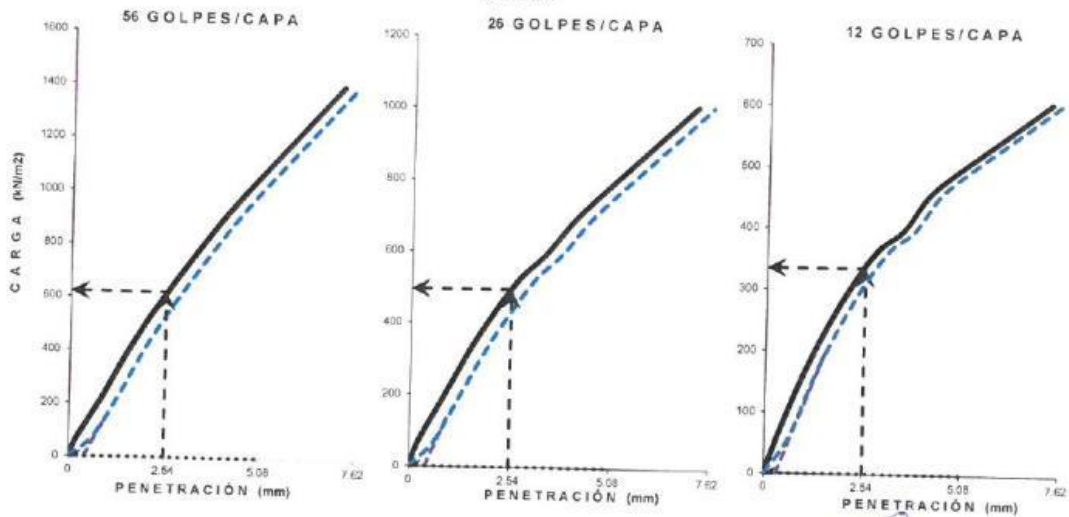
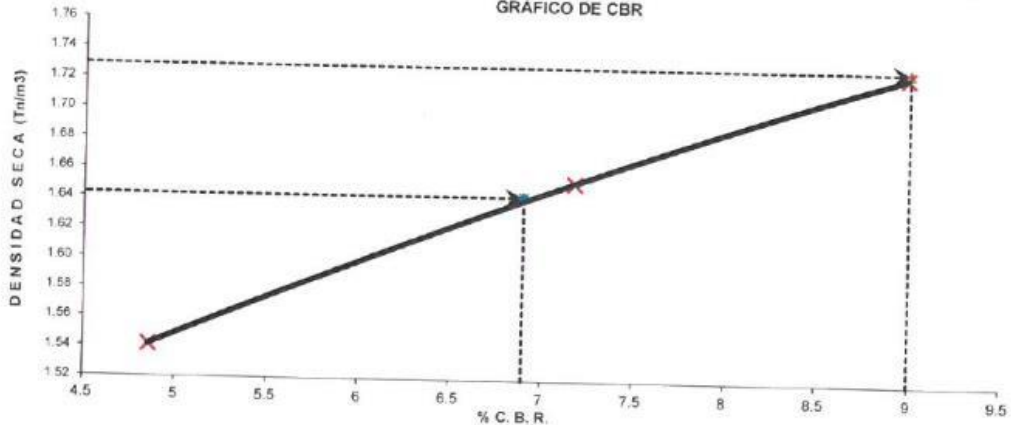
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	AASHTO :	A-6 (1)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.73	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	16.50	
% Grava =	35.4	% Arena =	26.7	% Finos = 37.9
				LL % = 34.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 12.6%
				LP % = 22.2%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 9.0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 6.9	CBR AL 90% MDS = -.-
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------

GRÁFICO DE CBR



[Signature]
KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 Nº 130033
 AREA DE OBRAS Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Pro: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 15+250

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
Clasificación AASHTO : A-6 (1) MDS = 1.73 gr/cm3 OCH = 16.50 %
% Retenido acumulado malla N° 4 : 35.38 % Pasa acumulado malla N° 4 : 64.62

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (MUCILAGO DE NOPAL)		0.0		
MOLDE N°		1	2	3
PESO MOLDE+S. HÚM	gr	1,735	1,732	1,724
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90
PESO SUELO HÚM	gr	1,134.40	1,129.84	1,122.28
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	561.58	559.42	561.83
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.02	2.02	2.00
HUMEDAD	TARRO Nro.	41	43	171
TARRO+SUELO HÚM.	gr	564.37	563.75	633.42
TARRO+SUELO SECO	gr	503.79	500.52	546.88
PESO DEL TARRO	gr	132.08	100.77	21.75
% DE HUMEDAD	%	16.30	15.82	16.48
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.74	1.74	1.71

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2
ALTURA	mm	141.0	140.9	141.1
RELACION H/D		1.98	1.98	1.98
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	2.2	2.3	2.5
RESISTENCIA FC	kg/cm2	5.5	5.8	6.4
RESISTENCIA PROM	kg/cm2	5.9		
RESISTENCIA PROM	MPa	0.6		


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
EIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONCRETO**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC
E 132)**

Página 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE Nº	19			30			41			
CAPAS Nº	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,900			11,535			11,226		
PESO DEL MOLDE	gr	7,833.00			7,684.00			7,642.00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4,067.00			3,851.00			3,584.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,113.14			2,116.40			2,101.14		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.92			1.82			1.71		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.58			1.49			1.40		
Contenido de Humedad		Humedad: Inicial		final	Humedad: Inicial		final	Humedad: Inicial		final
TARRO Nº	Nro.	325	356	349	325	356	330	325	356	318
TARRO+SUELO HÚM.	gr	724.7	640.7	711.1	724.7	640.7	701.4	724.7	640.7	643.9
TARRO+SUELO SECO	gr	616.9	543.2	577.4	616.9	543.2	579.4	616.9	543.2	513.5
PESO DEL TARRO	gr	138.09	87.97	66.99	138.09	87.97	131.62	138.09	87.97	66.21
% DE HUMEDAD	%	22.51	21.42	26.19	22.51	21.42	27.25	22.51	21.42	29.15
HUMEDAD	%	21.97		26.19	21.97		27.25	21.97		29.15
ABSORCIÓN	%	4.23			5.28			7.19		
EXPANSIÓN										
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	
4	0.05	127.05	0.04%	0.05	127.05	0.04%	0.06	127.06	0.05%	
PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.02	0.02	0.01	0.08	0.08	0.04	0.10	0.10	0.05
1.270	0.050	0.07	0.07	0.04	0.21	0.21	0.11	0.24	0.24	0.12
1.900	0.075	0.17	0.17	0.09	0.32	0.32	0.16	0.31	0.31	0.16
2.540	0.100	0.31	0.31	0.16	0.39	0.39	0.20	0.36	0.36	0.19
3.170	0.125	0.42	0.42	0.22	0.44	0.44	0.23	0.41	0.41	0.21
3.810	0.150	0.49	0.49	0.26	0.49	0.49	0.25	0.45	0.45	0.23
4.445	0.175	0.75	0.75	0.39	0.52	0.52	0.27	0.49	0.49	0.25
5.080	0.200	1.00	1.00	0.51	0.55	0.55	0.28	0.52	0.52	0.27
7.620	0.300	1.21	1.21	0.62	0.67	0.67	0.35	0.64	0.64	0.33



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

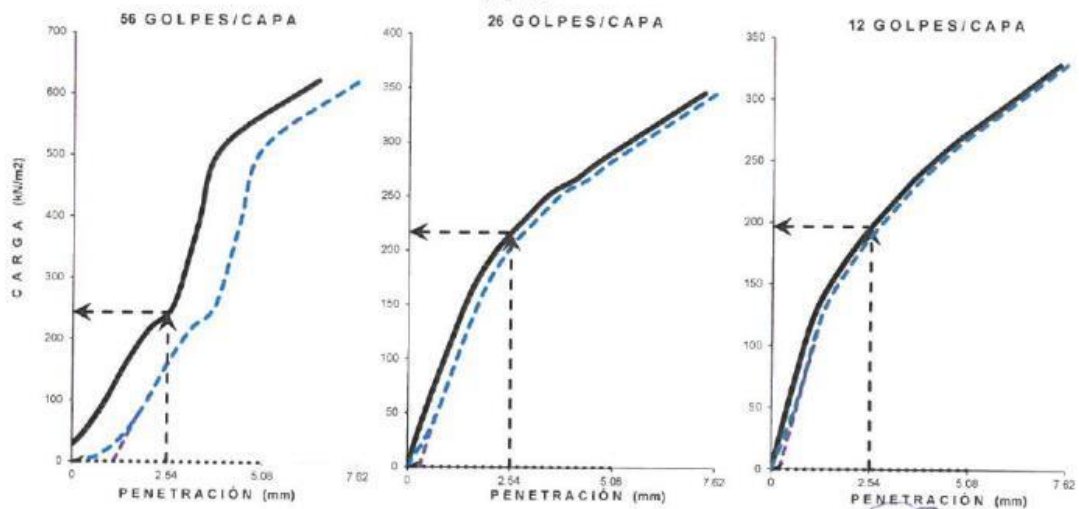
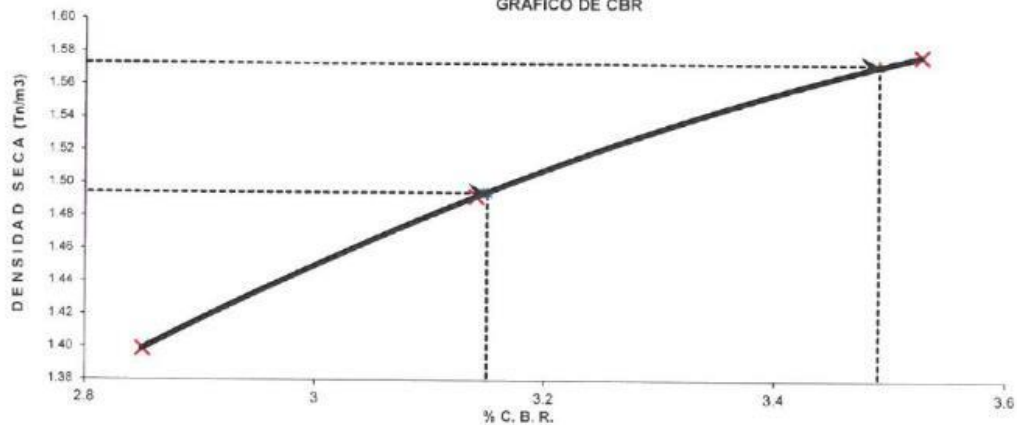
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA	AASHTO :	A-7-6 (12)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.57	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	21.70	
% Grava =	17.9	% Arena =	14.2	% Finos = 67.9
				LL % = 43.7%
				LP % = 23.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 19.9%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 3.5	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 3.2	CBR AL 90% MDS = -.-
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------

GRÁFICO DE CBR



KENNY HUAMANI GAMAPRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130633
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (12)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	17.9	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	12.7	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	6.7	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

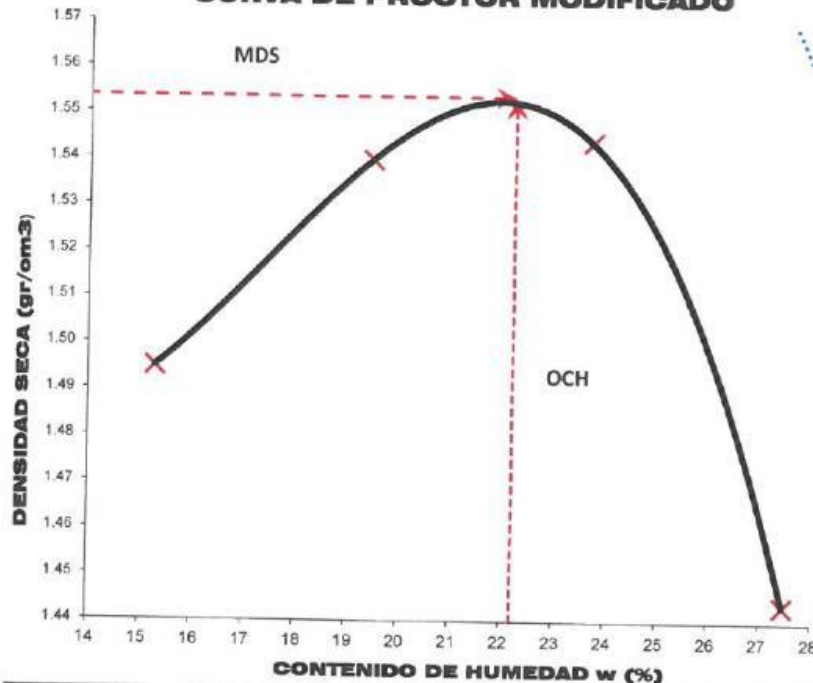
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,725	5,834	5,900	5,835
Peso de la muestra compactada	gr	1,619.7	1,728.7	1,794.8	1,729.5
Densidad húmeda	gr/cc	1.72	1.84	1.91	1.84
Densidad seca	gr/cc	1.49	1.54	1.54	1.44

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		45.0	74.0	96.0	88.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	747.62	751.43	677.56	737.52
Peso de tarro + suelo seco	gr	666.45	651.19	574.69	606.74
Peso del tarro	gr	135.340	136.229	140.592	130.785
Peso del agua	gr	81.17	100.23	102.87	130.78
Peso del suelo seco	gr	531.11	514.97	434.10	475.96
Contenido de humedad	%	15.28	19.46	23.70	27.48

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH
Optimo
Contenido de
Humedad (%)
22.20
MDS
Máxima
Densidad
Seca (tn/m3)
1.554


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONCRETO**CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC
E 132)**

Pagina 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE Nº	53			20			2			
CAPAS Nº	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,562			11,764			11,428			
PESO DEL MOLDE gr	7,642.00			7,984.00			7,845.00			
PESO SUELO HÚM. gr	3,920.00			3,780.00			3,583.00			
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	2,078.14			2,086.70			2,090.67			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm ³	1.89			1.81			1.71			
DENSIDAD SECA gr/cm ³	1.55			1.49			1.41			
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	324	323	272	324	323	300	324	323	311
TARRO+SUELO HÚM. gr		706.2	830.0	720.3	706.2	830.0	671.1	706.2	830.0	679.9
TARRO+SUELO SECO gr		602.3	705.7	586.4	602.3	705.7	531.3	602.3	705.7	545.3
PESO DEL TARRO gr		129.18	136.78	81.00	129.18	136.78	23.52	129.18	136.78	67.83
% DE HUMEDAD	%	21.96	21.85	26.49	21.96	21.85	27.53	21.96	21.85	28.19
HUMEDAD	%	21.90		26.49	21.90		27.53	21.90		28.19
ABSORCIÓN	%	4.59			5.63			6.29		
EXPANSIÓN										
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	
4	0.04	127.04	0.03%	0.05	127.05	0.04%	0.05	127.05	0.04%	
PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.02
1.270	0.050	0.07	0.07	0.04	0.17	0.17	0.09	0.20	0.20	0.10
1.900	0.075	0.22	0.22	0.11	0.35	0.35	0.18	0.34	0.34	0.18
2.540	0.100	0.44	0.44	0.23	0.55	0.55	0.28	0.44	0.44	0.23
3.170	0.125	0.67	0.67	0.35	0.73	0.73	0.38	0.51	0.51	0.26
3.810	0.150	0.89	0.89	0.46	0.90	0.90	0.46	0.56	0.56	0.29
4.445	0.175	1.10	1.10	0.57	1.06	1.06	0.55	0.62	0.62	0.32
5.080	0.200	1.31	1.31	0.68	1.22	1.22	0.63	0.66	0.66	0.34
7.620	0.300	2.00	2.00	1.03	1.73	1.73	0.89	0.80	0.80	0.41



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

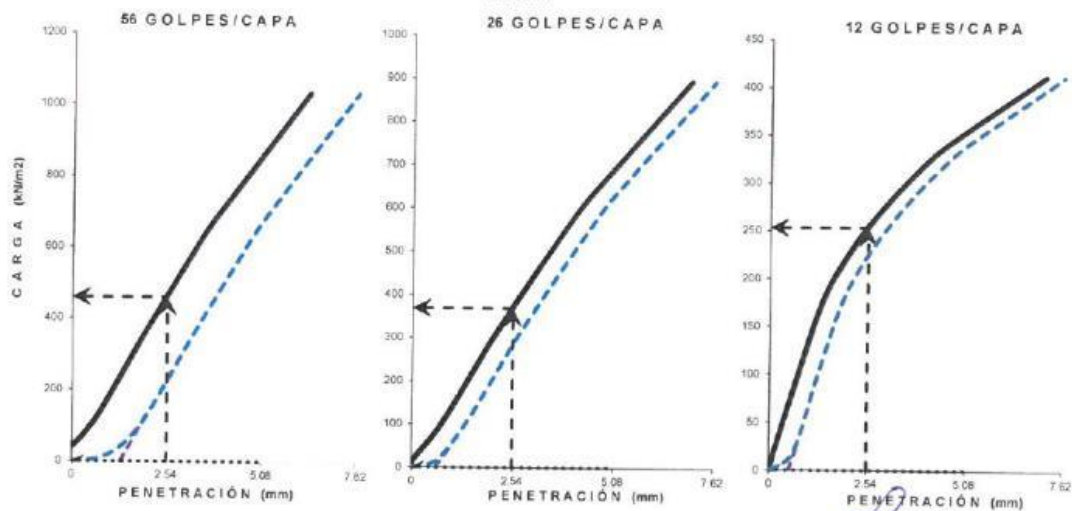
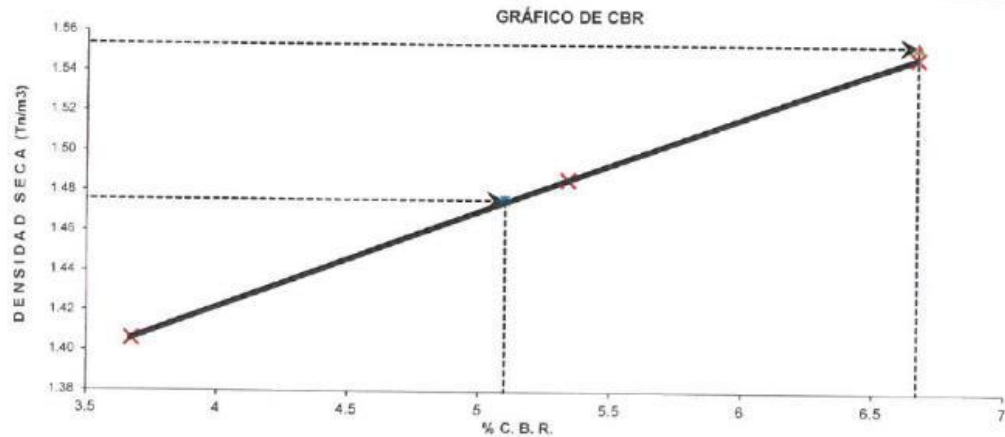
Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA	AASHTO :	A-7-6 (12)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.55	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	22.20						
% Grava =	17.9	% Arena =	14.2	% Finos =	67.9	LL % =	43.7%	LP % =	23.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	19.9%				

RESULTADO DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 6.7	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 5.1	CBR AL 90% MDS = -,-
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------




KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CP N° 110033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA		METODO A
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (12)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25
% Retenido acumulado malla N° 4 :	17.9	Material Pasante a usar	PASA N° 4 "
% Retenido acumulado malla 3/8" :	12.7	Molde (Pulg)	4 Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	6.7	Peso Molde (gr) :	4105.00 Vol.(cm3) : 939.81

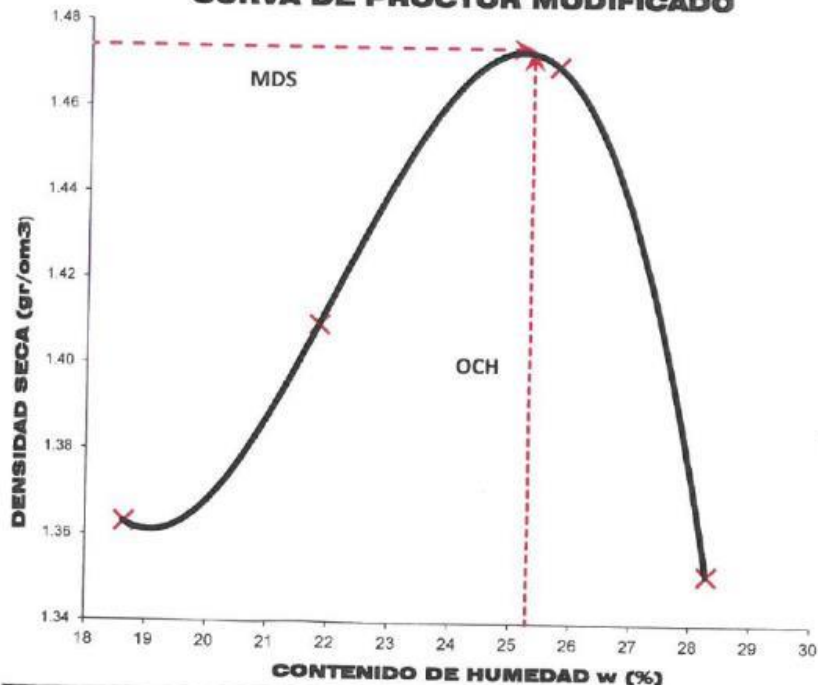
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,625	5,719	5,842	5,735
Peso de la muestra compactada	gr	1,519.7	1,613.7	1,736.8	1,629.5
Densidad húmeda	gr/cc	1.62	1.72	1.85	1.73
Densidad seca	gr/cc	1.36	1.41	1.47	1.35

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		25.0	14.0	126.0	196.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	747.62	751.43	677.56	737.52
Peso de tarro + suelo seco	gr	651.45	641.19	567.69	603.74
Peso del tarro	gr	135.340	136.229	140.592	130.785
Peso del agua	gr	96.17	110.23	109.87	133.78
Peso del suelo seco	gr	516.11	504.97	427.10	472.96
Contenido de humedad	%	18.63	21.83	25.72	28.29

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Optimo Contenido de Humedad (%)	25.30
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)	1.474

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR


MOLDE Nº	40			30			33			
CAPAS Nº	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,226			11,420			11,155			
PESO DEL MOLDE gr	7,355.00			7,684.00			7,638.00			
PESO SUELO HÚM. gr	3,871.00			3,736.00			3,517.00			
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,095.53			2,116.40			2,115.97			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.85			1.77			1.86			
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.48			1.41			1.33			
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	115	356	328	115	356	337	115	356	339
TARRO+SUELO HÚM. gr		567.8	792.8	809.9	567.8	792.8	684.1	567.8	792.8	841.9
TARRO+SUELO SECO gr		472.3	660.6	657.6	472.3	660.6	557.2	472.3	660.6	672.5
PESO DEL TARRO gr		87.87	139.27	131.32	87.87	139.27	136.50	87.87	139.27	134.06
% DE HUMEDAD	%	24.84	25.36	28.94	24.84	25.36	30.17	24.84	25.36	31.46
HUMEDAD	%	25.10		28.94	25.10		30.17	25.10		31.46
ABSORCIÓN	%	3.84			5.07			6.36		

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (píg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.13	0.13	0.07	0.20	0.20	0.10	0.29	0.29	0.15
1.270	0.050	0.36	0.36	0.19	0.44	0.44	0.23	0.56	0.56	0.29
1.900	0.075	0.67	0.67	0.35	0.70	0.70	0.36	0.79	0.79	0.41
2.540	0.100	1.01	1.01	0.52	0.95	0.95	0.49	0.98	0.98	0.51
3.170	0.125	1.32	1.32	0.68	1.18	1.18	0.61	1.15	1.15	0.60
3.810	0.150	1.62	1.62	0.84	1.42	1.42	0.73	1.32	1.32	0.68
4.445	0.175	1.90	1.90	0.98	1.63	1.63	0.84	1.48	1.48	0.76
5.080	0.200	2.15	2.15	1.11	1.81	1.81	0.93	1.61	1.61	0.83
5.720	0.200	2.15	2.15	1.11	1.81	1.81	0.93	1.61	1.61	0.83
7.620	0.300	3.03	3.03	1.57	2.45	2.45	1.27	2.06	2.06	1.06


KENNY GUAMANI GARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 150033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
CONSULTORES Y CONCRETOS

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)

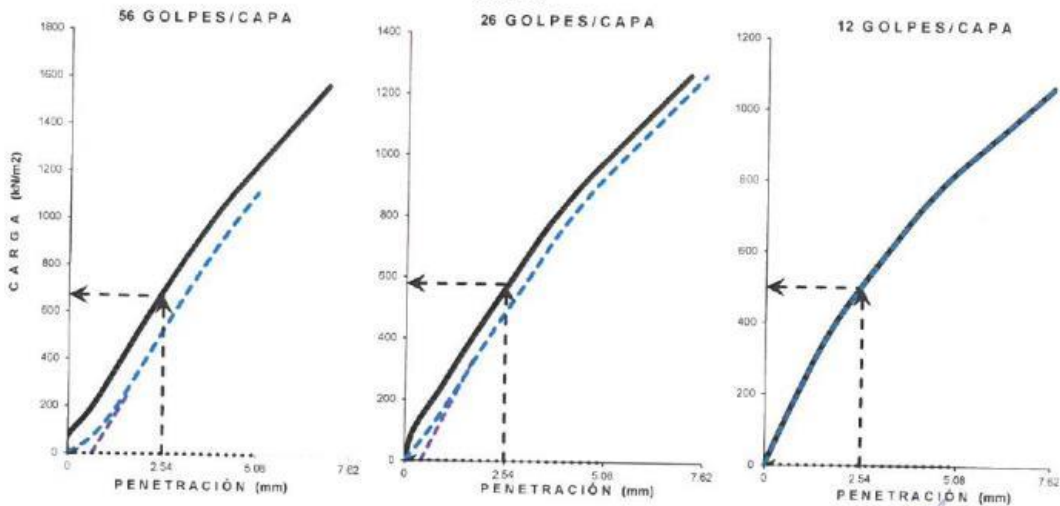
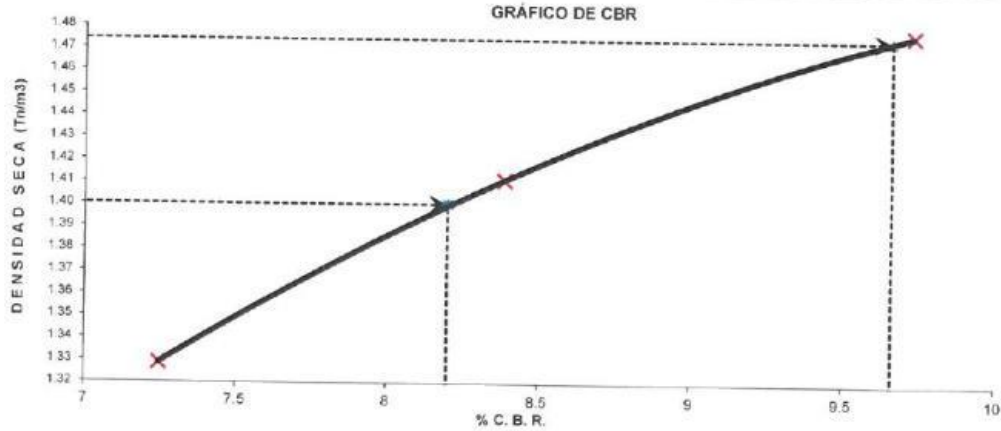
Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA	AASHTO :	A-7-6 (12)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.47	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	25.30						
% Grava =	17.9	% Arena =	14.2	% Finos =	67.9	LL % =	43.7%	LP % =	23.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	19.9%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1' DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1') = 9.7	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1') = 8.2	CBR AL 90% MDS = -.-
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008	Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA
Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Distrito : ROSARIO-SIVIA
Exploración : SUBRASANTE KM 17+750	Lugar : ROSARIO-SIVIA
Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)	Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA	METODO A
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (12)	Capas : 5.00 Golpes/Capa 25
% Retenido acumulado malla N° 4 :	17.9	Material Pasante a usar PASA N° 4 *
% Retenido acumulado malla 3/8" :	12.7	Molde (Pulg) 4 Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	6.7	Peso Molde (gr) : 4105.00 Vol.(cm3) : 939.81

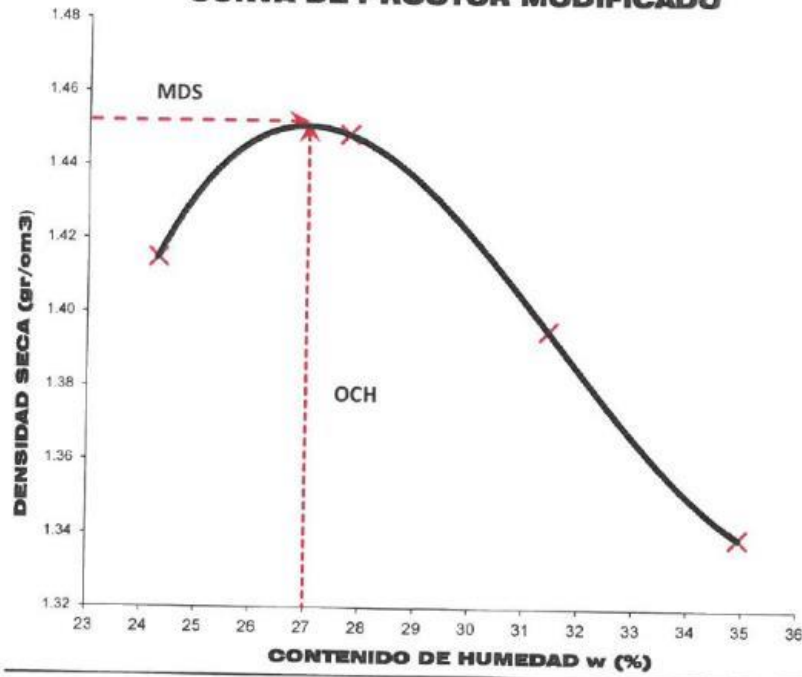
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,757	5,844	5,829	5,804
Peso de la muestra compactada	gr	1,652.5	1,739.1	1,723.7	1,698.8
Densidad húmeda	gr/cc	1.76	1.85	1.83	1.81
Densidad seca	gr/cc	1.41	1.45	1.40	1.34

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		345.0	321.0	152.0	154.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	758.72	762.59	687.63	748.47
Peso de tarro + suelo seco	gr	637.31	626.98	557.31	589.05
Peso del tarro	gr	137.350	138.252	142.680	132.727
Peso del agua	gr	121.41	135.61	130.31	159.43
Peso del suelo seco	gr	499.96	488.73	414.63	456.32
Contenido de humedad	%	24.28	27.75	31.43	34.94

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH
Optimo
Contenido de
Humedad (%)
27.00
MDS
Máxima
Densidad
Seca (tn/m3)
1.452


KENNY HUAMANI CAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE <small>CIENCIAS Y CONCRETO</small>	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Página 1 de 2

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE Nº		51			41			31		
CAPAS Nº		5			5			5		
GOLPES POR CAPA		56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,581			11,362			11,168		
PESO DEL MOLDE	gr	7,682.00			7,642.00			7,587.00		
PESO SUELO HÚM.	gr	3,899.00			3,720.00			3,581.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,107.53			2,101.14			2,118.22		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.85			1.77			1.69		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.45			1.39			1.33		
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		
TARRO Nº	Nro.	351	116	325	351	116	330	351	116	316
TARRO+SUELO HÚM.	gr	847.5	700.5	821.6	847.5	700.5	701.4	847.5	700.5	786.1
TARRO+SUELO SECO	gr	696.4	566.9	667.3	696.4	566.9	568.4	696.4	566.9	615.8
PESO DEL TARRO	gr	131.46	88.50	138.09	131.46	88.50	131.82	131.46	88.50	88.91
% DE HUMEDAD	%	26.75	27.93	29.16	26.75	27.93	30.45	26.75	27.93	31.14
HUMEDAD	%	27.34		29.16	27.34		30.45	27.34		31.14
ABSORCIÓN	%	1.82			3.11			3.80		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.41	0.41	0.21	0.44	0.44	0.23	0.51	0.51	0.26
1.270	0.050		0.84	0.84	0.43	0.81	0.81	0.42	0.85	0.85	0.44
1.900	0.075		1.22	1.22	0.63	1.08	1.08	0.56	1.04	1.04	0.54
2.540	0.100	6.9	1.58	1.58	0.82	1.34	1.34	0.69	1.21	1.21	0.63
3.170	0.125		1.92	1.92	0.99	1.56	1.56	0.81	1.37	1.37	0.71
3.810	0.150		2.24	2.24	1.16	1.79	1.79	0.92	1.53	1.53	0.79
4.445	0.175		2.53	2.53	1.31	2.00	2.00	1.03	1.68	1.68	0.87
5.080	0.200	10.35	2.79	2.79	1.44	2.19	2.19	1.13	1.82	1.82	0.94
7.620	0.300		3.73	3.73	1.93	2.86	2.86	1.48	2.29	2.29	1.18


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130031
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)

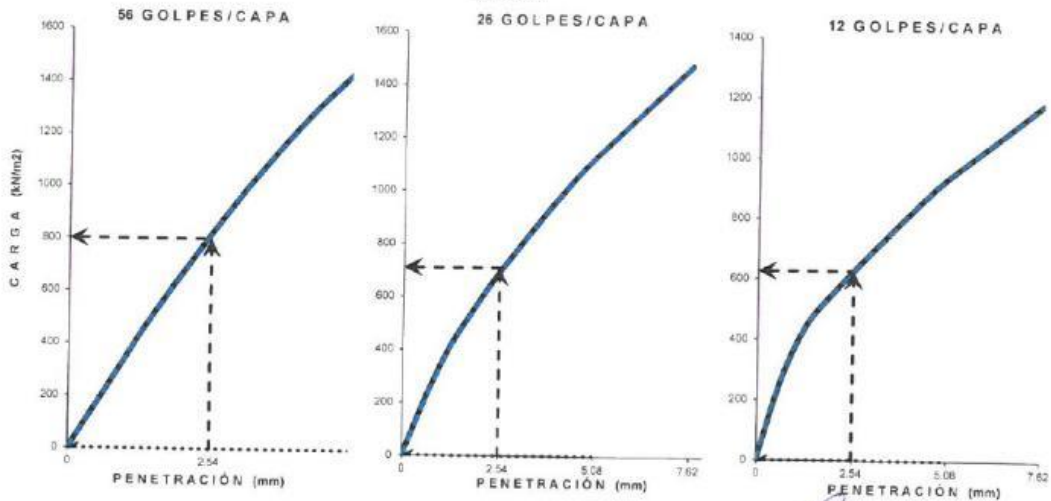
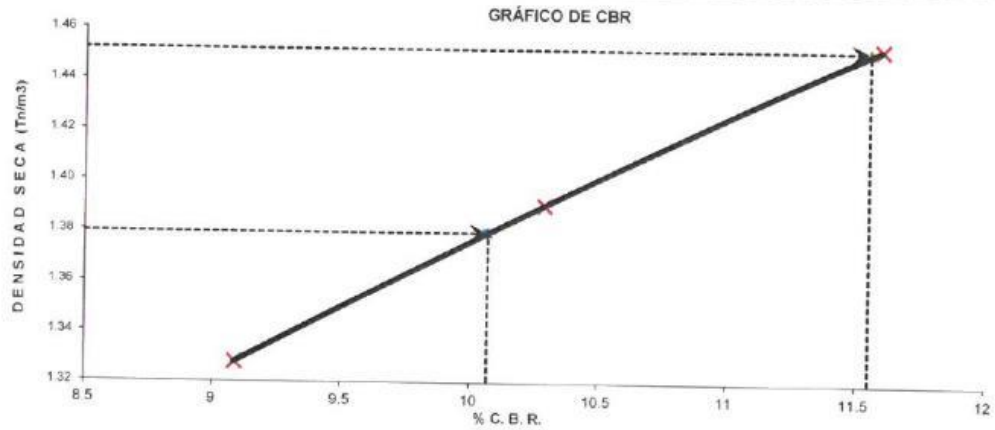
Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA	AASHTO :	A-7-6 (12)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.45	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	27.00	
% Grava =	17.9	% Arena =	14.2	% Finos = 67.9
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 19.9%
		LL % =	43.7%	
		LP % =	23.8%	

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1' DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1') = 11.6	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1') = 10.1	CBR AL 90% MDS = --
----------------------------------	------------------------------------	---------------------




KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130023
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'
 Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008
 Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 17+750
 Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Prov: AYACUCHO / HUANTA
 Distrito : ROSARIO-SIVIA
 Lugar : ROSARIO-SIVIA
 Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA
 Clasificación AASHTO : A-7-6 (12) MDS = 1.57 gr/cm³ OCH = 21.70 %
 % Retenido acumulado malla N° 4 : 17.89 % Pasa acumulado malla N° 4 : 82.11

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (MUCILAGO DE NOPAL)		0.0		
MOLDE N°		1	2	3
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	1,656	1,674	1,676
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90
PESO SUELO HÚM.	gr	1,056.51	1,071.83	1,073.94
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	561.98	563.79	561.00
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.88	1.90	1.91
HUMEDAD	TARRO Nro.	21	12	99
TARRO+SUELO HÚM.	gr	587.17	586.53	659.01
TARRO+SUELO SECO	gr	508.94	500.55	548.77
PESO DEL TARRO	gr	137.42	104.84	22.63
% DE HUMEDAD	%	21.06	21.73	20.95
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.55	1.56	1.58

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2
ALTURA	mm	141.1	142.0	140.9
RELACION H/D		1.98	2.00	1.98
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	0.8	1.0	1.0
RESISTENCIA FC	kg/cm ²	2.0	2.7	2.4
RESISTENCIA PROM	kg/cm ²	2.4		
RESISTENCIA PROM	MPa	0.2		


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 110033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"
 Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008
 Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 17+750
 Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Pro: AYACUCHO / HUANTA
 Distrito : ROSARIO-SIVIA
 Lugar : ROSARIO-SIVIA
 Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA
 Clasificación AASHTO : A-7-6 (12)
 % Retenido acumulado malla N° 4 : 17.89 % Pasa acumulado malla N° 4 : 82.11

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (MUCILAGO DE NOPAL)	3.0			6.0			9.0				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
MOLDE N°											
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	1,673	1,681	1,664	1,679	1,659	1,672	1,657	1,649	1,647	
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90	600.80	602.40	601.30	600.80	601.40	602.30	
PESO SUELO HÚM.	gr	1,071.86	1,078.11	1,061.68	1,077.86	1,056.77	1,070.22	1,056.65	1,047.17	1,044.44	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	560.38	564.19	564.18	580.17	573.67	572.86	569.68	558.25	557.86	
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.91	1.91	1.88	1.86	1.84	1.87	1.85	1.88	1.87	
HUMEDAD	TARRO	Nro.	14	321	458	47	185	136	441	169	19
TARRO+SUELO HÚM.	gr	669.49	668.77	751.41	589.71	598.29	673.64	571.45	568.48	577.28	
TARRO+SUELO SECO	gr	576.32	568.05	617.44	485.29	498.60	550.29	479.32	466.01	453.42	
PESO DEL TARRO	gr	156.68	119.54	25.81	73.69	105.11	72.89	142.10	97.35	15.37	
% DE HUMEDAD	%	22.20	22.46	22.64	25.37	25.33	25.64	27.32	27.80	28.28	
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.57	1.56	1.53	1.48	1.47	1.48	1.46	1.47	1.46	

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2	72.1	72.0	72.0	71.8	71.1	70.9
ALTURA	mm	140.7	142.1	141.7	142.1	140.9	140.7	140.7	140.1	141.3
RELACION H/D		1.98	2.00	1.99	1.97	1.96	1.95	1.96	1.97	1.99
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	2.6	2.6	2.9	6.1	5.8	5.8	8.0	8.4	8.3
RESISTENCIA FC	kg/cm2	6.5	6.8	7.3	15.2	14.5	14.5	20.0	21.4	21.4
RESISTENCIA PROM	kg/cm2	6.9			14.7			20.9		
RESISTENCIA PROM	MPa	0.7			1.4			2.1		

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA




KENNY HUAMANI GAMARA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 180033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ANEXO 1.4
ENSAYOS DE
LABORATORIO
KM 17+750

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120633
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Estrato / Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Fecha : MAYO DEL 2022

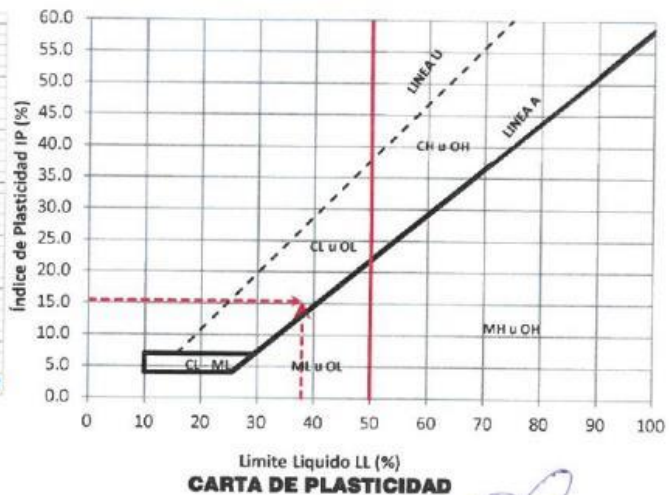
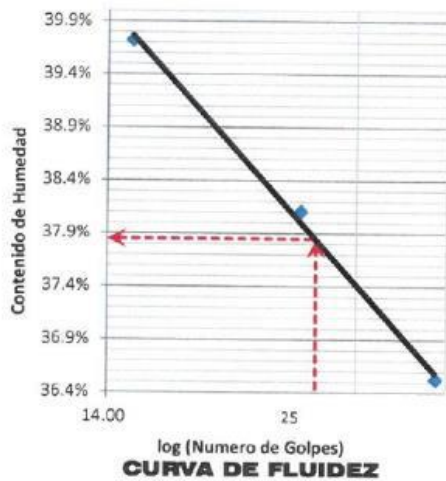
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	198	178		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	36.669	36.740		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	34.849	34.909		
3	PESO RECIPIENTE	gr	26.948	26.540		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.82	1.83		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	7.90	8.37		
6	HUMEDAD	%	23.03%	21.66%		
LIMITE PLÁSTICO		%	22.5%			

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
			49	78	126	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	42.544	41.667	41.361	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	38.320	37.493	37.177	
3	PESO RECIPIENTE	gr	26.755	26.540	26.642	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	4.224	4.174	4.184	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	11.565	10.953	10.534	
6	HUMEDAD	%	36.53%	38.10%	39.72%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	35	24	15	
LIMITE LIQUIDO		%	37.8%			

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP= 15.4%



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

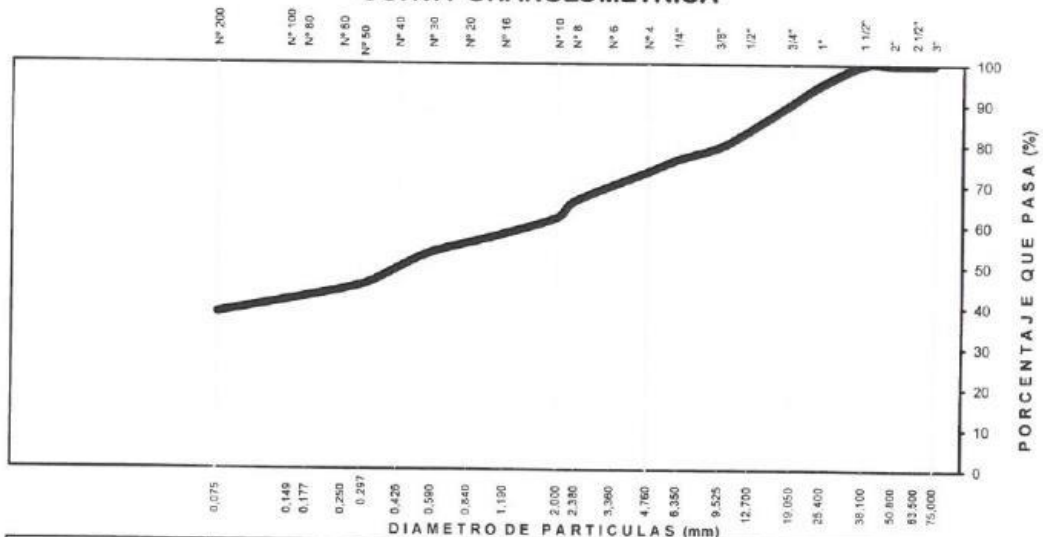
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	-	-	100.00	ENSAYOS ESTÁNDAR		
	2 1/2"	63.500	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr)	4132.2	
	2"	50.800	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr)	2540.3	
	1 1/2"	38.100	-	-	100.00	Pérdida por lavado (gr)	1591.9	
	1"	25.400	205.23	4.97	4.97	95.03	Humedad (%)	12.61
	3/4"	19.000	205.72	4.98	9.95	90.05	% Grava	26.7
	1/2"	12.700	268.92	6.51	16.45	83.55	% Grava gruesa	9.9
	3/8"	9.500	170.53	4.13	20.58	79.42	% Grava fina	16.8
	1/4"	6.350	124.83	3.02	23.60	76.40	% Arena	34.7
	Nº 4	4.760	129.26	3.13	26.73	73.27	% Arena gruesa	11.3
	Nº 8	2.350	295.64	7.15	33.88	66.12	% Arena media	12.5
	Nº 10	2.000	169.56	4.10	37.99	62.01	% Arena fina	11.0
	Nº 16	1.100	187.73	4.54	42.53	57.47	% de Finos	38.5
	Nº 30	0.590	167.80	4.06	46.59	53.41	D ₁₀ = D _{60(mm)} =	0.0195
	Nº 40	0.425	161.33	3.90	50.50	49.50	D _{30(mm)} =	0.0584
	Nº 50	0.297	176.77	4.28	54.77	45.23	D _{60(mm)} =	1.6012
	Nº 100	0.149	146.99	3.56	58.33	41.67	Cu =	..
	Nº 200	0.075	129.93	3.14	61.47	38.53	Cc =	..
	Lavado		1,591.9	38.53	100.00		CLASIFICACIÓN	
	TOTAL		4132.2	100.0			AASHTO	A-6 (2)
						Clasificación SUCS	SC	

ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

CURVA GRANULOMÉTRICA



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130053
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	Nº	66	97
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,297.69	1,264.84
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,129.09	1,092.76
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	168.60	172.08
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	995.35	1,007.16
HUMEDAD	%	16.9%	17.1%

CONTENIDO DE HUMEDAD

%

17.0%


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130023
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO
ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2174.81	2174.81	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2204.07	2204.07	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1351.74	1351.73	
Gravedad Especifica		2.552	2.552	2.552
Gravedad Especifica SSS		2.586	2.586	2.586
Gravedad Especifica Aparente		2.642	2.642	2.642
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm ³	500	500	
Peso de la muestra seca	gr	96.99	96.16	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	725.44	730.99	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	665.21	671.23	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	23	24	
Corrección por temperatura (K)		0.9993	0.9991	
Gravedad especifica de la muestra		2.637	2.639	2.638

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	26.7
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	73.3
Gravedad especifica de los sólidos	2.639


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		METODO C	
Clasificación AASHTO :	A-6 (2)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 56	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	26.7	Material Pasante a usar	PASA 3/4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	20.6	Molde (Pulg)	6	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	9.9	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

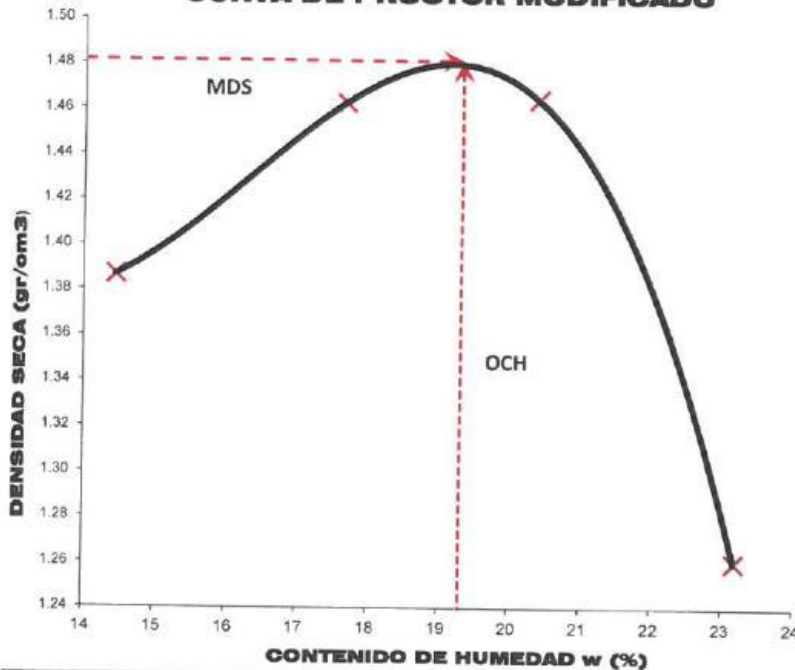
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,597	5,723	5,762	5,564
Peso de la muestra compactada	gr	1,491.6	1,617.7	1,656.8	1,459.2
Densidad húmeda	gr/cc	1.59	1.72	1.76	1.55
Densidad seca	gr/cc	1.39	1.46	1.46	1.26

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		25.0	50.0	45.0	73.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	549.79	737.82	547.35	673.87
Peso de tarro + suelo seco	gr	488.75	636.79	465.04	559.82
Peso del tarro	gr	66.35	65.09	61.21	67.80
Peso del agua	gr	61.04	101.03	82.31	114.06
Peso del suelo seco	gr	422.41	571.71	403.83	492.01
Contenido de humedad	%	14.45	17.67	20.38	23.18

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Óptimo Contenido de Humedad (%)
19.30
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m³)
1.482

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130613
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Prov : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº	35	30	39						
CAPAS Nº	5	5	5						
GOLPES POR CAPA	56	26	12						
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO								
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,378	11,173	10,938						
PESO DEL MOLDE gr	7,677.00	7,684.00	7,575.00						
PESO SUELO HÚM. gr	3,701.00	3,489.00	3,363.00						
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,105.77	2,116.40	2,100.59						
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.76	1.65	1.60						
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.48	1.38	1.34						
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial final		Humedad: Inicial final		Humedad: Inicial final				
TARRO Nº Nro.	359	118	313	359	118	337	359	118	315
TARRO+SUELO HÚM. gr	701.7	702.3	772.3	701.7	702.3	684.1	701.7	702.3	681.4
TARRO+SUELO SECO gr	610.1	594.1	648.4	610.1	594.1	553.7	610.1	594.1	602.4
PESO DEL TARRO gr	131.16	23.22	65.04	131.16	23.22	138.50	131.16	23.22	67.20
% DE HUMEDAD	19.13	18.95	21.24	19.13	18.95	22.46	19.13	18.95	24.22
HUMEDAD %	19.04		21.24	19.04		22.46	19.04		24.22
ABSORCIÓN %	2.20			3.42			5.18		

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.13	0.13	0.07	0.15	0.15	0.08	0.20	0.20	0.10
1.270	0.050	0.35	0.35	0.18	0.38	0.38	0.20	0.49	0.49	0.25
1.900	0.075	0.63	0.63	0.33	0.60	0.60	0.31	0.69	0.69	0.36
2.540	0.100	6.9	0.94	0.94	0.49	0.81	0.81	0.42	0.83	0.43
3.170	0.125	1.23	1.23	0.64	0.99	0.99	0.51	0.95	0.95	0.49
3.810	0.150	1.50	1.50	0.78	1.14	1.14	0.59	1.05	1.05	0.55
4.445	0.175	1.76	1.76	0.91	1.30	1.30	0.67	1.15	1.15	0.59
5.080	0.200	10.35	1.99	1.99	1.08	1.44	1.44	0.75	1.24	0.64
7.620	0.300	2.77	2.77	1.43	1.93	1.93	1.00	1.55	1.55	0.80



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (0.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

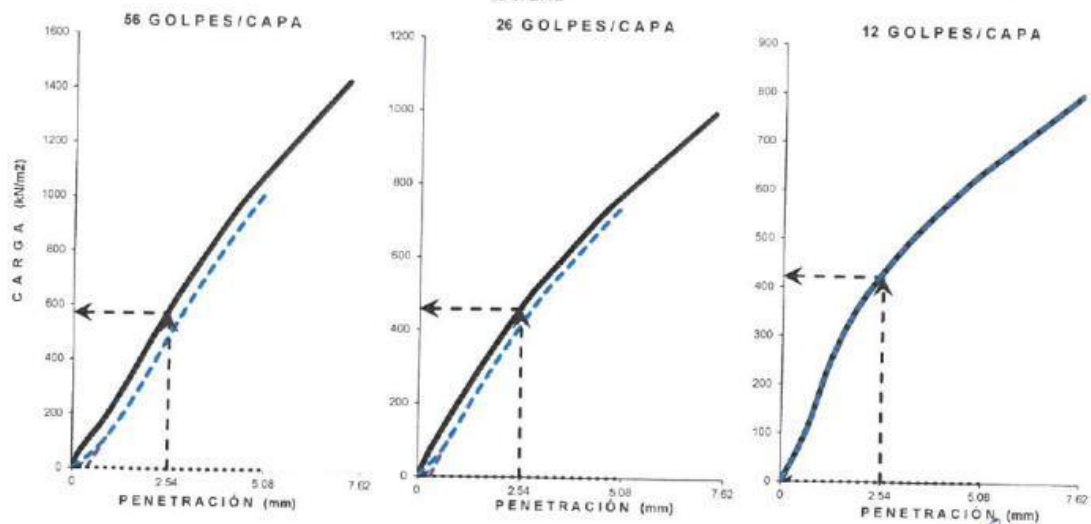
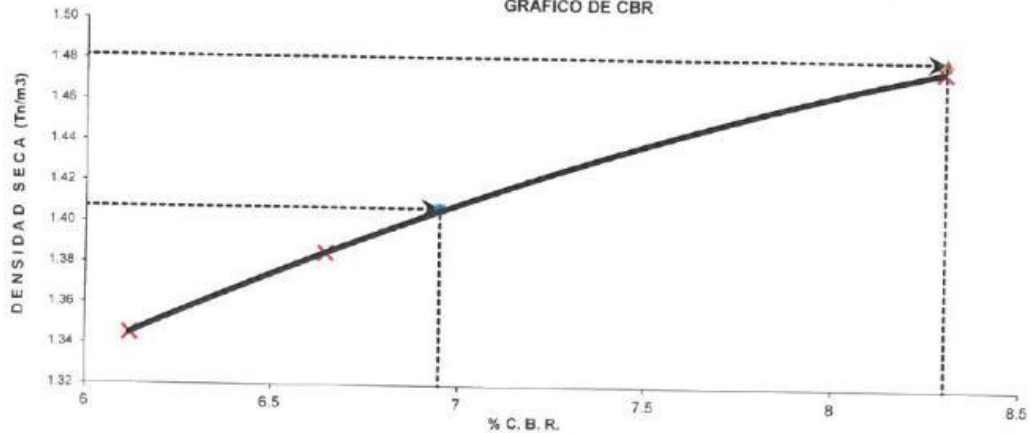
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA			AASHTO :	A-6 (2)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.48	Optimo Contenido de Humedad OCH % =			19.30	
% Grava =	26.7	% Arena =	34.7	% Finos =	38.5	LL % = 37.8% LP % = 22.5%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	15.4%	

RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 8.3	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 7.0	CBR AL 90% MDS = -.-
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------

GRÁFICO DE CBR




KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 SUP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA			METODO C
Clasificación AASHTO :	A-6 (2)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 56	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	26.7	Material Pasante a usar	PASA 3/4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	20.6	Molde (Pulg)	6	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	9.9	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 839.81

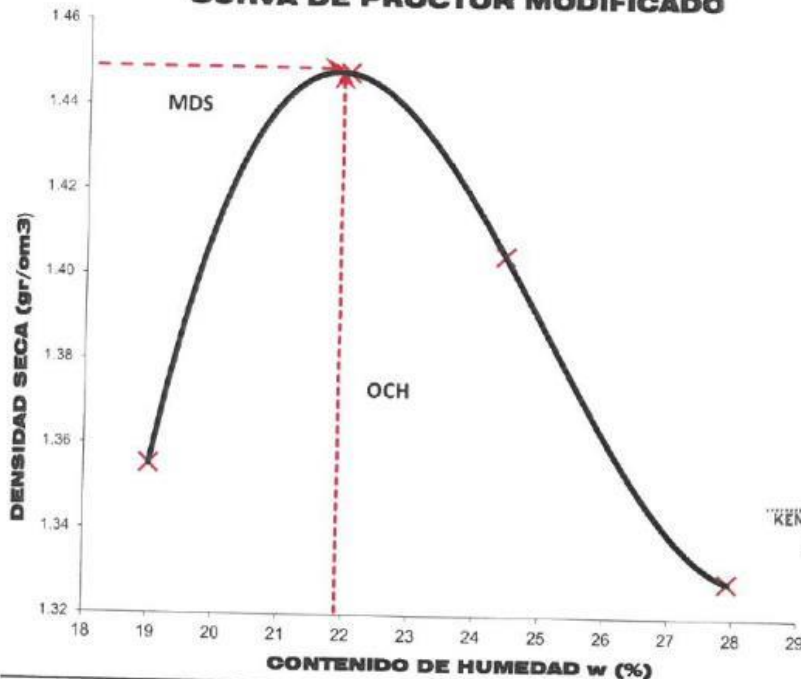
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,621	5,765	5,748	5,702
Peso de la muestra compactada	gr	1,515.8	1,660.0	1,643.0	1,597.4
Densidad húmeda	gr/cc	1.61	1.77	1.75	1.70
Densidad seca	gr/cc	1.36	1.45	1.40	1.33

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		25.0	35.0	88.0	124.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	740.14	743.91	670.79	730.14
Peso de tarro + suelo seco	gr	643.33	634.12	566.40	598.99
Peso del tarro	gr	133.987	134.867	139.186	129.477
Peso del agua	gr	96.81	109.79	104.38	131.15
Peso del suelo seco	gr	509.34	489.25	427.22	469.52
Contenido de humedad	%	19.01	21.99	24.43	27.93

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Optimo Contenido de Humedad (%)
21.90
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)
1.449

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CP N° 130518
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONSULTORIA

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provi: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Dosis : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR													
MOLDE Nº	25			10			4						
CAPAS Nº	5			5			5						
GOLPES POR CAPA	56			26			12						
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO						
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	10,600			11,349			10,908					
PESO DEL MOLDE	gr	6,871.00			7,866.00			7,711.00					
PESO SUELO HÚM.	gr	3,729.00			3,483.00			3,197.00					
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2,098.30			2,094.63			2,099.38					
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.78			1.66			1.52					
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.45			1.36			1.24					
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	337	322	314	337	322	255	337	322	317			
TARRO+SUELO HÚM.	gr	535.6	581.4	781.6	535.6	581.4	742.6	535.6	581.4	751.9			
TARRO+SUELO SECO	gr	462.9	498.8	637.6	462.9	498.8	611.4	462.9	498.8	604.6			
PESO DEL TARRO	gr	136.50	133.35	65.95	136.50	133.35	96.77	136.50	133.35	66.70			
% DE HUMEDAD	%	22.27	22.60	25.19	22.27	22.60	25.49	22.27	22.60	27.38			
HUMEDAD	%	22.44		25.19	22.44		25.49	22.44		27.38			
ABSORCIÓN	%	2.75			3.06			4.95					

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.02	127.02	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.09	0.09	0.05	0.13	0.13	0.07	0.15	0.15	0.08
1.270	0.050		0.29	0.29	0.15	0.45	0.45	0.23	0.54	0.54	0.28
1.900	0.075		0.61	0.61	0.31	0.80	0.80	0.41	0.86	0.86	0.45
2.540	0.100	6.9	1.03	1.03	0.53	1.21	1.21	0.63	1.09	1.09	0.56
3.170	0.125		1.48	1.48	0.77	1.56	1.56	0.81	1.26	1.26	0.65
3.810	0.150		1.91	1.91	0.99	1.89	1.89	0.88	1.40	1.40	0.73
4.445	0.175		2.29	2.29	1.18	2.17	2.17	1.12	1.52	1.52	0.79
5.080	0.200	10.35	2.64	2.64	1.36	2.43	2.43	1.25	1.62	1.62	0.84
7.620	0.300		3.78	3.78	1.95	3.26	3.26	1.69	1.95	1.95	1.01

KENNY HUMANO SAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 13081
AREA DE INGENIERIA Y CONSULTORIA



CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Dosis : MUCILAGO DE NOPAL (3.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

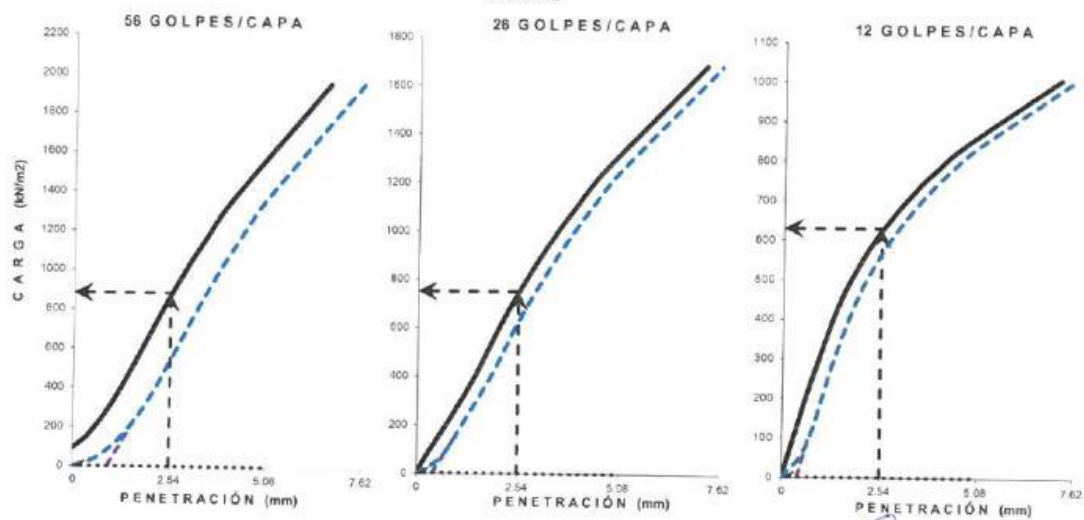
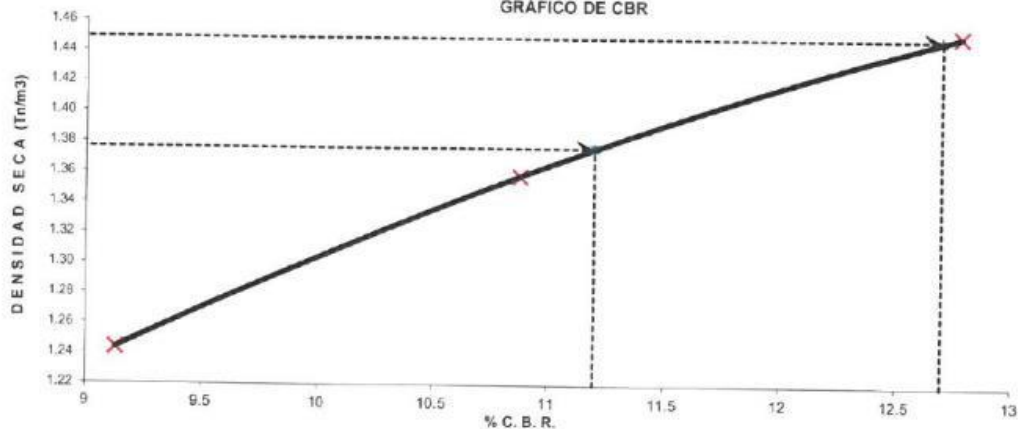
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		AASHTO :	A-6 (2)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.45	Optimo Contenido de Humedad OCH % =		21.90	
% Grava =	26.7	% Arena =	34.7	% Finos =	38.5
				LL % =	37.8%
				LP % =	22.5%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	15.4%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 12.7	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 11.2	CBR AL 90% MDS = -,-
----------------------------------	------------------------------------	----------------------

GRÁFICO DE CBR



KENNY HUAMANÍ GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 150333
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (8.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		METODO C	
Clasificación AASHTO :	A-6 (2)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 56	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	26.7	Material Pasante a usar	PASA 3/4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	20.6	Molde (Pulg)	6	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	9.9	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

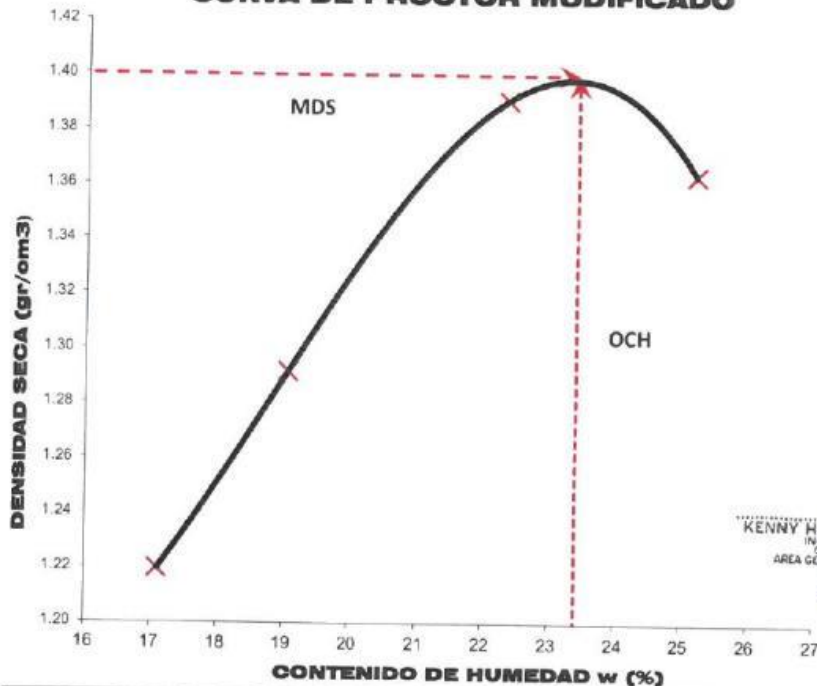
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,447	5,550	5,704	5,709
Peso de la muestra compactada	gr	1,342.3	1,445.3	1,598.8	1,604.5
Densidad húmeda	gr/cc	1.43	1.54	1.70	1.71
Densidad seca	gr/cc	1.22	1.29	1.39	1.36

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		25.0	49.0	144.0	75.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	725.48	729.18	657.50	715.69
Peso de tarro + suelo seco	gr	638.69	633.60	562.37	597.16
Peso del tarro	gr	131.333	132.196	136.430	126.913
Peso del agua	gr	86.79	95.59	95.14	118.53
Peso del suelo seco	gr	507.36	501.40	425.94	470.24
Contenido de humedad	%	17.11	19.06	22.34	25.21

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Óptimo Contenido de Humedad (%)
23.40
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)
1.400

KENNY HUAMANI GARRA
INGENIERO CIVIL
C.P. 10033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provi : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Dosis : MUCILAGO DE NOPAL (6.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº	14	35	22						
CAPAS Nº	5	5	5						
GOLPES POR CAPA	56	26	12						
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO								
PESO MOLDE+S. HUM. gr	11,710	11,093	10,970						
PESO DEL MOLDE gr	8,073.00	7,677.00	7,795.00						
PESO SUELO HUM. gr	3,637.00	3,416.00	3,175.00						
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	2,110.46	2,105.77	2,114.53						
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm ³	1.72	1.62	1.50						
DENSIDAD SECA gr/cm ³	1.40	1.32	1.22						
Contenido de Humedad	Humedad: inicial final		Humedad: inicial final		Humedad: inicial final				
TARRO Nº Nro.	339	341	251	339	341	315	339	341	252
TARRO+SUELO HUM. gr	532.5	609.0	667.5	532.5	609.0	751.3	532.5	609.0	679.5
TARRO+SUELO SECO gr	456.9	519.4	549.2	456.9	519.4	605.0	456.9	519.4	554.6
PESO DEL TARRO gr	134.06	134.19	84.15	134.06	134.19	67.20	134.06	134.19	101.01
% DE HUMEDAD %	23.42	23.26	25.44	23.42	23.26	27.20	23.42	23.26	27.54
HUMEDAD %	23.34		25.44	23.34		27.20	23.34		27.54
ABSORCIÓN %	2.10		25.44	3.86		27.20	23.34		4.20

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.02	127.02	0.02%	0.02	127.02	0.02%	0.02	127.02	0.02%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630	0.025	0.18	0.18	0.09	0.17	0.17	0.09	0.19	0.19	0.10	
1.270	0.050	0.60	0.60	0.31	0.60	0.60	0.31	0.71	0.71	0.37	
1.900	0.075	1.19	1.19	0.62	1.08	1.08	0.56	1.15	1.15	0.60	
2.540	0.100	6.9	1.84	1.84	0.95	1.53	1.53	0.79	1.49	1.49	0.77
3.170	0.125	2.40	2.40	1.24	1.91	1.91	0.99	1.76	1.76	0.91	
3.810	0.150	2.90	2.90	1.50	2.25	2.25	1.16	1.96	1.96	1.01	
4.445	0.175	3.34	3.34	1.73	2.55	2.55	1.32	2.15	2.15	1.11	
5.080	0.200	10.35	3.72	3.72	1.92	2.79	2.79	1.44	2.29	2.29	1.18
7.620	0.300	4.91	4.91	2.54	3.54	3.54	1.89	2.73	2.73	1.41	

KENNY HUAMAN GAMARRA
INGENIERO CIVIL
RUP N° 130633
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Dosis : MUCILAGO DE NOPAL (8.0% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Fecha : MAYO DEL 2022

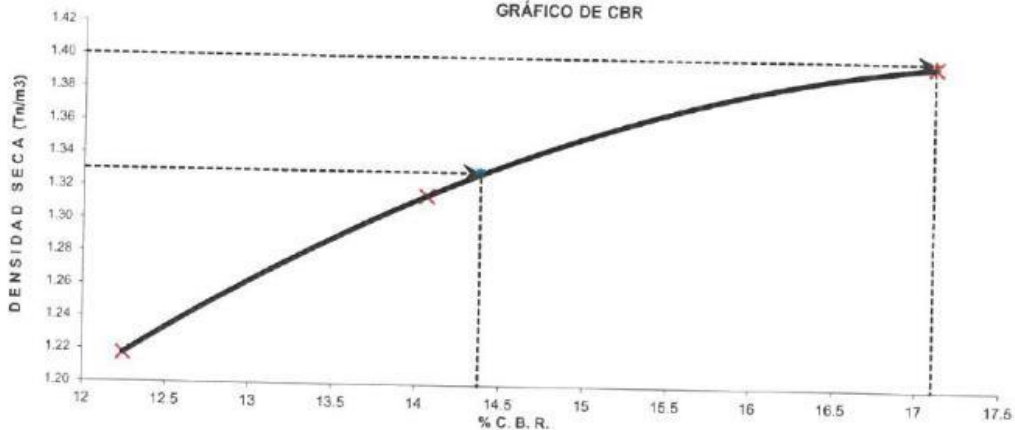
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		AASHTO :	A-6 (2)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.40	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =		23.40	
% Grava =	26.7	% Arena =	34.7	% Finos =	38.5
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	15.4%
				LL % =	37.8%
				LP % =	22.5%

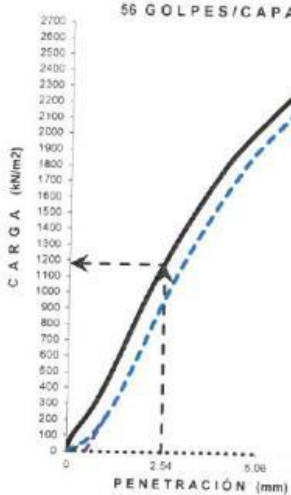
RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 17.1	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 14.4	CBR AL 90% MDS = --
----------------------------------	------------------------------------	---------------------

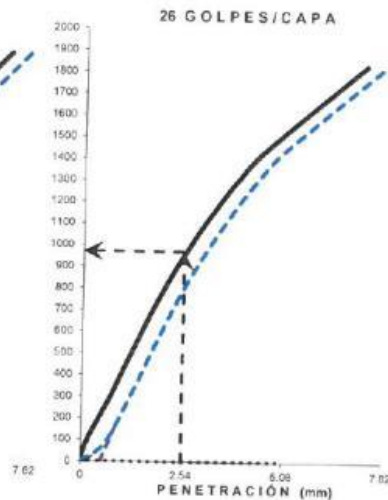
GRÁFICO DE CBR



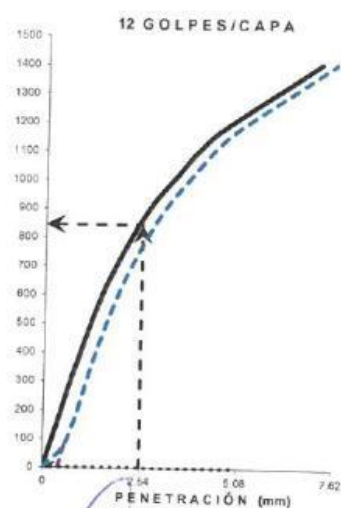
56 GOLPES/CAPA



26 GOLPES/CAPA



12 GOLPES/CAPA



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
(P. N. 102583)
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

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

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	METODO C
Clasificación AASHTO :	A-6 (2)	Capas : 5.00 Golpes/Capa 56
% Retenido acumulado malla N° 4 :	26.7	Material Pasante a usar PASA 3/4 "
% Retenido acumulado malla 3/8" :	20.6	Molde (Pulg) 6 Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	9.9	Peso Molde (gr) : 4105.00 Vol.(cm3) : 939.81

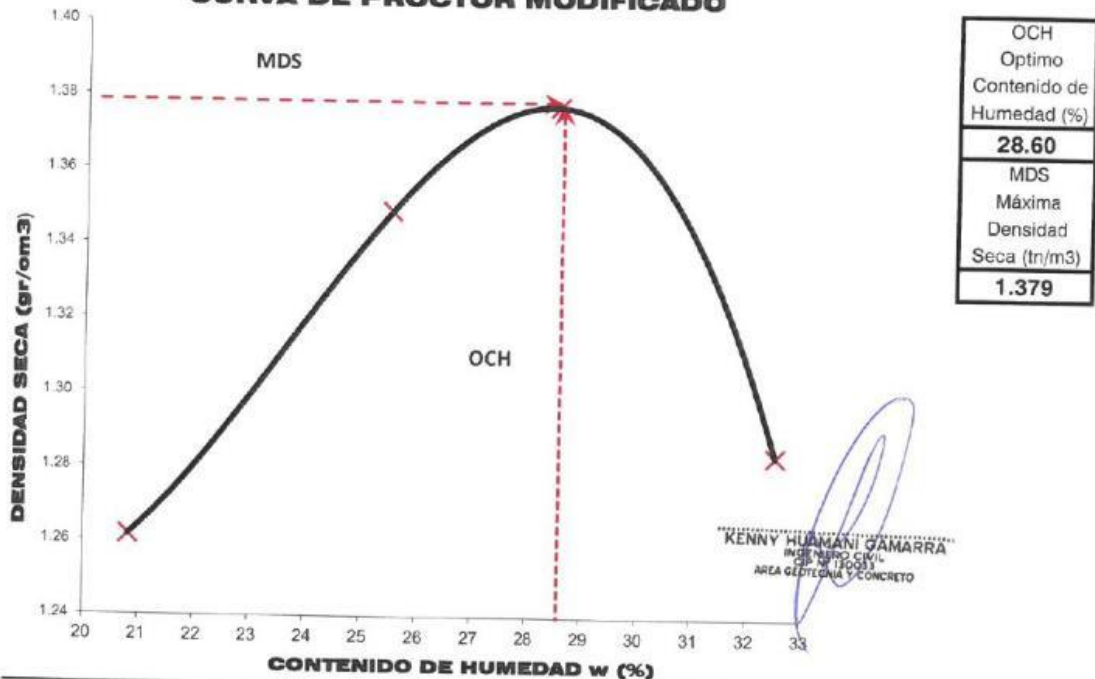
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,538	5,696	5,769	5,704
Peso de la muestra compactada	gr	1,432.5	1,591.2	1,663.8	1,598.8
Densidad húmeda	gr/cc	1.52	1.69	1.77	1.70
Densidad seca	gr/cc	1.26	1.35	1.38	1.28

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		55.0	89.0	77.0	123.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	699.95	703.52	634.36	690.49
Peso de tarro + suelo seco	gr	601.16	586.39	522.74	551.08
Peso del tarro	gr	126.710	127.543	131.628	122.446
Peso del agua	gr	98.79	117.12	111.62	139.41
Peso del suelo seco	gr	474.45	458.85	391.12	428.64
Contenido de humedad	%	20.82	25.53	28.54	32.52

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO





CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provi: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº	15	25	12						
CAPAS Nº	5	5	5						
GOLPES POR CAPA	56	26	12						
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO								
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,395	10,453	11,048						
PESO DEL MOLDE gr	7,663.00	6,871.00	7,811.00						
PESO SUELO HÚM. gr	3,732.00	3,582.00	3,237.00						
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,114.15	2,098.30	2,110.84						
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.77	1.71	1.53						
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.38	1.33	1.20						
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial final		Humedad: inicial final						
TARRO Nº	Nro. 333	336	272	333	336	251	333	336	250
TARRO+SUELO HÚM. gr	616.1	643.2	720.3	616.1	643.2	690.1	616.1	643.2	798.0
TARRO+SUELO SECO gr	508.1	532.4	571.9	508.1	532.4	549.0	508.1	532.4	629.6
PESO DEL TARRO gr	128.00	133.35	81.00	128.00	133.35	84.15	128.00	133.35	96.54
% DE HUMEDAD	28.41	27.77	30.23	28.41	27.77	30.35	28.41	27.77	31.59
HUMEDAD %	28.09		30.23	28.09		30.35	28.09		31.59
ABSORCIÓN %	2.14			2.26			2.09		3.50

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.01	127.01	0.01%	0.01	127.01	0.01%	0.01	127.01	0.01%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.26	0.26	0.14	0.40	0.40	0.21	0.52	0.52	0.27
1.270	0.050	0.79	0.79	0.41	1.22	1.22	0.63	1.57	1.57	0.81
1.900	0.075	1.40	1.40	0.72	1.71	1.71	0.88	1.88	1.88	0.97
2.540	0.100	2.03	2.03	1.05	2.20	2.20	1.14	2.16	2.16	1.12
3.170	0.125	2.72	2.72	1.41	2.63	2.63	1.36	2.38	2.38	1.23
3.810	0.150	3.44	3.44	1.78	3.10	3.10	1.60	2.56	2.56	1.32
4.445	0.175	3.82	3.82	1.97	3.39	3.39	1.75	2.73	2.73	1.41
5.080	0.200	3.82	3.82	1.97	3.46	3.46	1.79	2.87	2.87	1.48
7.620	0.300	3.82	3.82	1.97	3.67	3.67	1.90	3.31	3.31	1.71

KENNY HUAMANU GAMARRA
INGENIERO CIVIL
MTC N° 15000
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
CONSULTORIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MUCILAGO DE NOPAL (9.0% MDS)

Fecha : MAYO DEL 2022

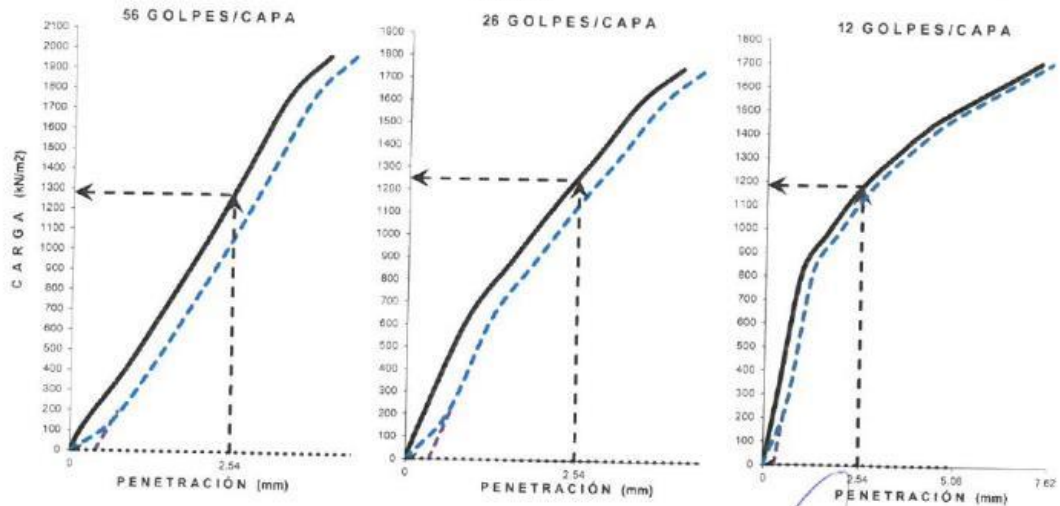
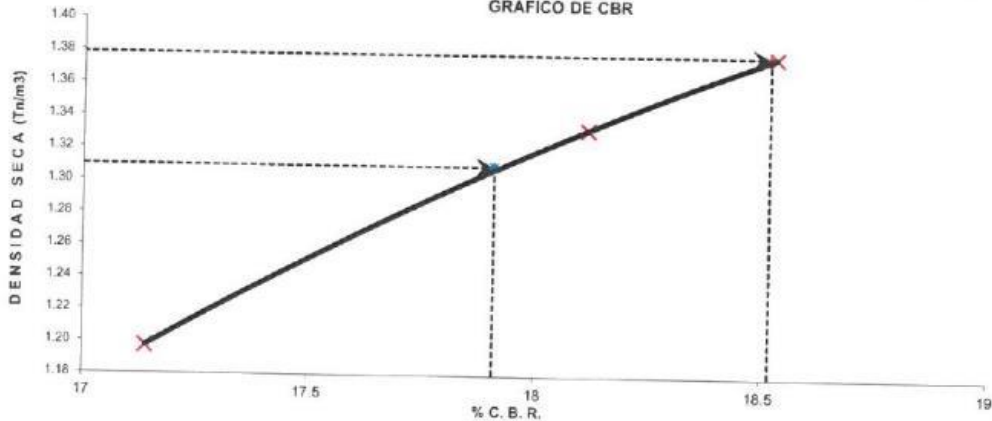
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	AASHTO :	A-6 (2)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.38	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	28.60						
% Grava =	26.7	% Arena =	34.7	% Finos =	38.5	LL % =	37.8%	LP % =	22.5%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	15.4%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (01' DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") =	18.5	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") =	17.9	CBR AL 90% MDS =	-,-
-----------------------------	------	-------------------------------	------	------------------	-----

GRÁFICO DE CBR



KENNY HIRAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.B. Nº 136033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE
SUELO METODO B
(MTC E 1103, MTC E 1101)**

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Pro: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

Clasificación AASHTO : A-6 (2) MDS = 1.48 gr/cm3 OCH = 19.30 %

% Retenido acumulado malla N° 4 : 26.73 % Pasa acumulado malla N° 4 : 73.27

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (MUCILAGO DE NOPAL)	0.0								
	4	5	6						
MOLDE N°									
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	1,620	1,617	1,609						
PESO DEL MOLDE gr	600.80	602.40	601.30						
PESO SUELO HÚM. gr	1,019.31	1,014.59	1,007.36						
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	574.45	576.52	578.56						
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.77	1.76	1.74						
HUMEDAD TARRO Nro.	11	48	91						
TARRO+SUELO HÚM. gr	575.65	575.03	646.09						
TARRO+SUELO SECO gr	503.86	500.53	547.82						
PESO DEL TARRO gr	134.72	102.78	22.19						
% DE HUMEDAD %	19.45	18.73	18.70						
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.49	1.48	1.47						

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD dias	7	7	7						
DIAMETRO PROMEDIO mm	72.1	72.0	72.0						
ALTURA mm	140.7	141.6	142.1						
RELACION H/D	1.95	1.97	1.97						
FACTOR DE CORRECCION	1.00	1.00	1.00						
LECTURA DE ENSAYO kN	4.2	4.2	4.5						
RESISTENCIA FC kg/cm2	10.5	10.5	11.2						
RESISTENCIA PROM kg/cm2	10.7								
RESISTENCIA PROM MPa	1.1								


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
EFICIENCIA Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-008

Región/Pro: AYACUCHO / HUANTA

Solicitante : LUIS ALBERTO TANTA PRADO

Distrito : ROSARIO-SIVIA

Exploración : SUBRASANTE KM 17+750

Lugar : ROSARIO-SIVIA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

Clasificación AASHTO : A-6 (2)

% Retenido acumulado malla N° 4 : 26.73

% Pasa acumulado malla N° 4 : 73.27

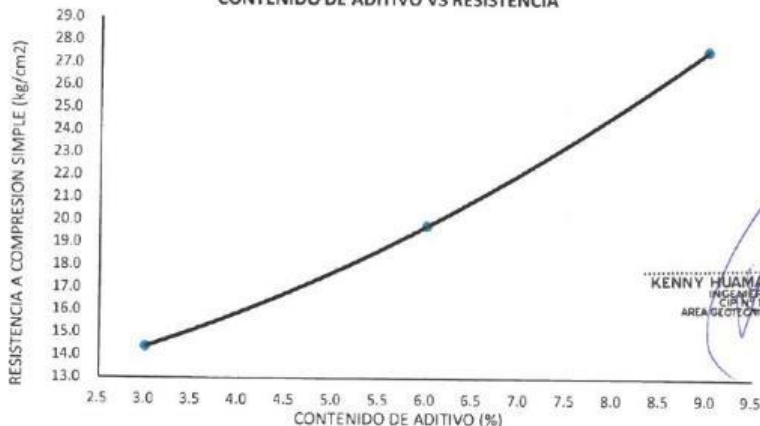
DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (MUCILAGO DE NOPAL)	3.0			6.0			9.0			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
MOLDE N°										
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	1,606	1,608	1,592	1,605	1,606	1,598	1,615	1,606	1,600
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90	600.80	602.40	601.30	600.80	601.40	602.30
PESO SUELO HÚM.	gr	1,004.57	1,005.74	989.81	1,004.67	1,003.56	996.94	1,014.08	1,004.86	997.33
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	562.77	564.39	562.31	580.50	578.07	578.07	575.76	565.62	561.57
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.79	1.78	1.76	1.73	1.74	1.72	1.76	1.78	1.78
HUMEDAD TARRO	Nro.	96	45	32	145	245	196	124	99	74
TARRO+SUELO HÚM.	gr	669.49	668.77	751.41	589.71	598.29	673.64	571.45	568.48	577.26
TARRO+SUELO SECO	gr	616.32	608.05	657.44	547.29	560.60	617.29	484.32	471.01	456.42
PESO DEL TARRO	gr	156.68	119.54	25.81	73.69	105.11	72.89	142.10	97.35	15.37
% DE HUMEDAD	%	22.45	22.66	22.79	23.74	23.64	24.13	28.38	28.76	29.67
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.46	1.45	1.43	1.40	1.40	1.39	1.37	1.38	1.37

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2	72.1	72.0	72.0	71.8	71.1	70.9
ALTURA	mm	141.3	142.2	141.2	142.2	142.0	142.0	142.2	142.5	142.2
RELACION H/D		1.98	2.00	1.98	1.97	1.97	1.97	1.96	2.00	2.01
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	5.6	5.5	5.8	7.5	8.2	8.1	10.8	10.5	11.0
RESISTENCIA FC	kg/cm2	14.2	14.1	14.9	18.7	20.4	20.2	27.2	27.0	28.5
RESISTENCIA PROM	kg/cm2	14.4			19.8			27.6		
RESISTENCIA PROM	MPa	1.4			1.9			2.7		

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
728718055
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 2

ENSAYOS DE CAMPO

.....
KENNY HOMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA DE CONO PDC

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
1.0	: KM 14+000	0.0	24.0	0.0	1.0	240.0	0.6	13.2
		24.0	52.0	1.0	21.0	14.0	15.2	
		52.0	77.0	21.0	42.0	11.9	18.2	
		77.0	100.0	42.0	62.0	11.5	18.9	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
2.0	: KM 14+250	0.0	8.8	0.0	1.0	87.5	2.0	10.9
		8.8	41.1	1.0	36.0	9.3	24.2	
		41.1	84.9	36.0	61.0	17.5	11.8	
		84.9	98.0	61.0	96.0	3.8	66.4	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
3.0	: KM 14+500	0.0	14.4	0.0	6.0	24.0	8.3	12.4
		14.4	44.1	6.0	29.0	12.9	16.6	
		44.1	77.7	29.0	43.0	24.0	8.3	
		77.7	99.9	43.0	60.0	13.1	16.4	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
4.0	: KM 14+750	0.0	50.0	0.0	1.0	500.0	0.3	3.6
		50.0	60.0	1.0	5.0	25.0	7.9	
		60.0	80.0	5.0	8.0	66.7	2.6	
		80.0	100.0	8.0	15.0	28.6	6.8	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
5.0	: KM 15+000	0.0	14.0	0.0	2.0	69.8	2.5	14.5
		14.0	27.9	2.0	20.0	7.8	29.5	
		27.9	68.0	20.0	53.0	12.1	17.8	
		68.0	99.0	53.0	86.0	9.4	23.7	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
6.0	: KM 15+250	0.0	34.5	0.0	1.0	345.0	0.4	7.1
		34.5	61.0	1.0	10.0	29.4	6.6	
		61.0	80.5	10.0	22.0	16.3	12.8	
		80.5	98.9	22.0	30.0	23.0	8.7	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
7.0	: KM 15+500	0.0	12.5	0.0	25.0	5.0	48.1	13.2
		12.5	60.0	25.0	55.0	15.8	13.2	
		60.0	87.5	55.0	75.0	13.8	15.5	
		87.5	100.0	75.0	90.0	8.3	27.2	

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA DE CONO PDC

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
8.0	: KM 15+750	0.0	33.0	0.0	31.0	10.6	20.7	18.8
		33.0	65.1	31.0	47.0	20.1	10.1	
		65.1	80.5	47.0	62.0	10.3	21.5	
		80.5	99.0	62.0	81.0	9.7	22.8	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
9.0	: KM 16+000	0.0	44.2	0.0	6.0	73.7	2.4	16.3
		44.2	49.6	6.0	16.0	5.4	43.8	
		49.6	78.2	16.0	21.0	57.1	3.1	
		78.2	98.6	21.0	36.0	13.6	15.7	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
10.0	: KM 16+250	0.0	19.0	0.0	2.0	95.0	1.8	22.9
		19.0	28.5	2.0	21.0	5.0	48.1	
		28.5	68.4	21.0	68.0	8.5	26.6	
		68.4	99.8	68.0	101.0	9.5	23.5	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
11.0	: KM 16+500	0.0	20.3	0.0	1.0	202.5	0.8	5.2
		20.3	41.9	1.0	14.0	16.6	12.5	
		41.9	67.5	14.0	21.0	36.6	5.2	
		67.5	98.6	21.0	35.0	22.2	9.1	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
12.0	: KM 16+750	0.0	16.4	0.0	7.0	23.4	8.5	20.5
		16.4	40.4	7.0	47.0	6.0	39.3	
		40.4	70.8	47.0	87.0	7.6	30.1	
		70.8	100.0	87.0	106.0	15.4	13.7	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
13.0	: KM 17+000	0.0	10.5	0.0	11.0	9.5	23.3	19.7
		10.5	36.0	11.0	27.0	15.9	13.1	
		36.0	79.2	27.0	56.0	14.9	14.2	
		79.2	96.9	56.0	81.0	7.1	32.6	

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
14.0	: KM 17+250	0.0	19.0	0.0	21.0	9.0	24.8	12.2
		19.0	29.5	21.0	40.0	5.5	43.0	
		29.5	60.0	40.0	99.0	5.2	46.4	
		60.0	97.5	99.0	121.0	17.0	12.2	

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA DE CONO PDC

Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
15.0	: KM 17+500	0.0	20.8	0.0	21.0	9.9	22.4	18.9
		20.8	40.6	21.0	57.0	5.5	43.3	
		40.6	61.1	57.0	88.0	6.6	35.3	
		61.1	99.0	88.0	121.0	11.5	18.9	
Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
16.0	: KM 17+750	0.0	21.0	0.0	1.0	210.0	0.7	6.6
		21.0	42.0	1.0	4.0	70.0	2.5	
		42.0	81.2	4.0	20.0	24.5	8.1	
		81.2	98.0	20.0	32.0	14.0	15.2	
Ensayo PDC	Ubicación	Profundidad (cm)		Numero de Golpes (golp)		DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
17.0	: KM 18+000	0.0	23.4	0.0	1.0	234.0	0.6	9.9
		23.4	41.3	1.0	12.0	16.3	12.8	
		41.3	80.3	12.0	54.0	9.3	24.1	
		80.3	98.3	54.0	61.0	81.0	2.1	



KENNY HILARIAN GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

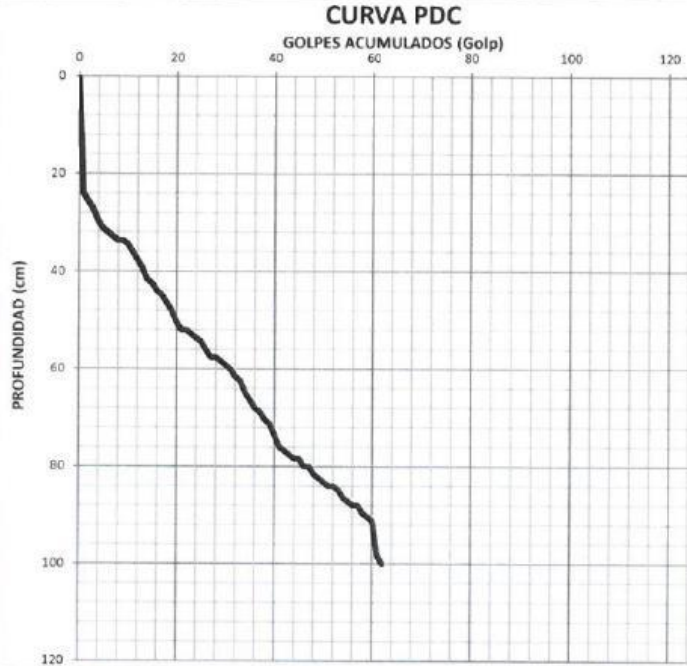


**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

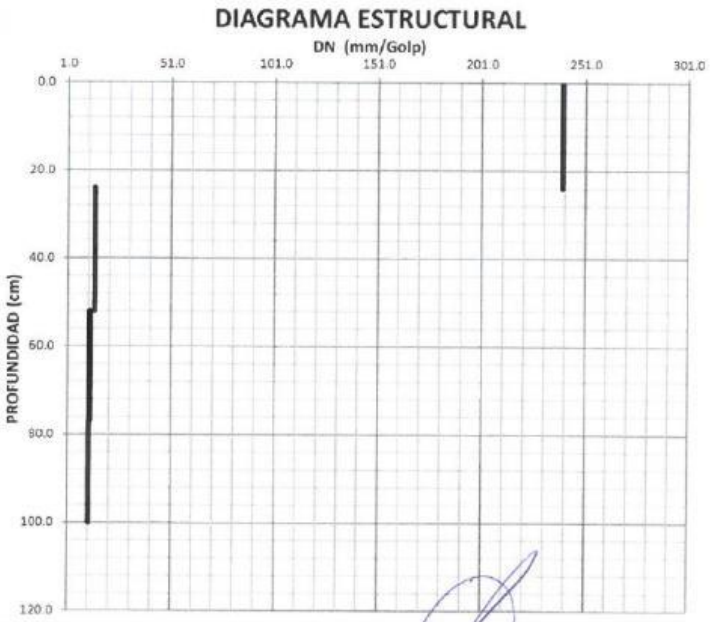
Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-1
Ubicación	: KM 14+000	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	96.2
1.0	24.0	62.0	100.0
2.0	25.6		
3.0	27.2		
4.0	29.8		
5.0	31.2		
6.0	32.0		
7.0	32.8		
8.0	33.6		
9.0	33.6		
10.0	34.4		
11.0	36.0		
12.0	37.6		
13.0	39.2		
14.0	41.6		
15.0	42.4		
16.0	44.0		
17.0	44.8		
18.0	46.4		
19.0	48.0		
20.0	50.4		
21.0	52.0		
22.0	52.0		
23.0	52.8		
24.0	53.6		
25.0	54.4		
26.0	56.0		
27.0	57.6		
28.0	57.6		
29.0	58.4		
30.0	59.2		
31.0	60.0		
32.0	61.6		
33.0	62.4		
34.0	64.8		
35.0	66.4		
36.0	68.0		
37.0	68.8		
38.0	70.4		
39.0	71.2		
40.0	73.6		
41.0	76.0		
42.0	76.8		
43.0	77.6		
44.0	78.4		
45.0	78.4		
46.0	80.0		
47.0	80.0		
48.0	81.6		
49.0	82.4		
50.0	83.2		
51.0	84.0		
52.0	84.0		
53.0	84.8		
54.0	86.4		
55.0	87.2		
56.0	88.0		
57.0	88.0		
58.0	89.6		
59.0	90.4		
60.0	91.2		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR (%) Diseño
0.0	24.0	0.0	1.0	240.0
24.0	52.0	1.0	21.0	14.0
52.0	77.0	21.0	42.0	11.9
77.0	100.0	42.0	62.0	11.5

13.2



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

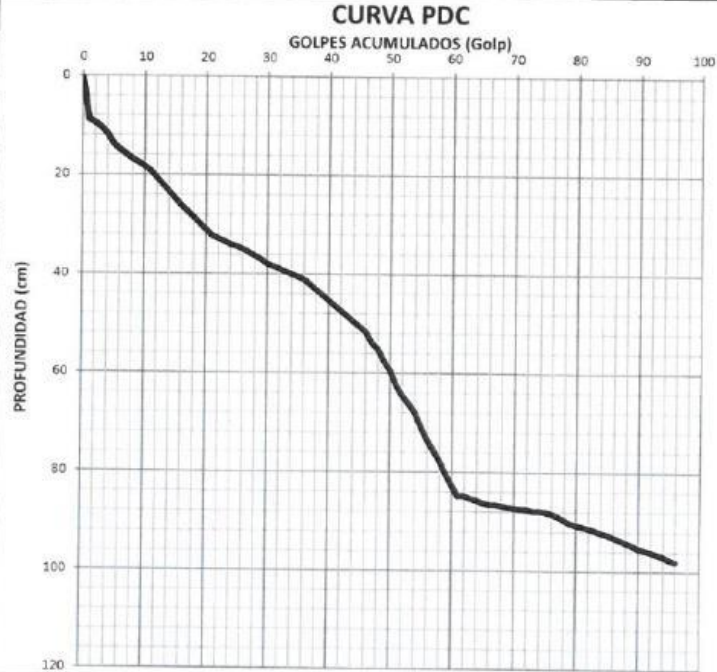
**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

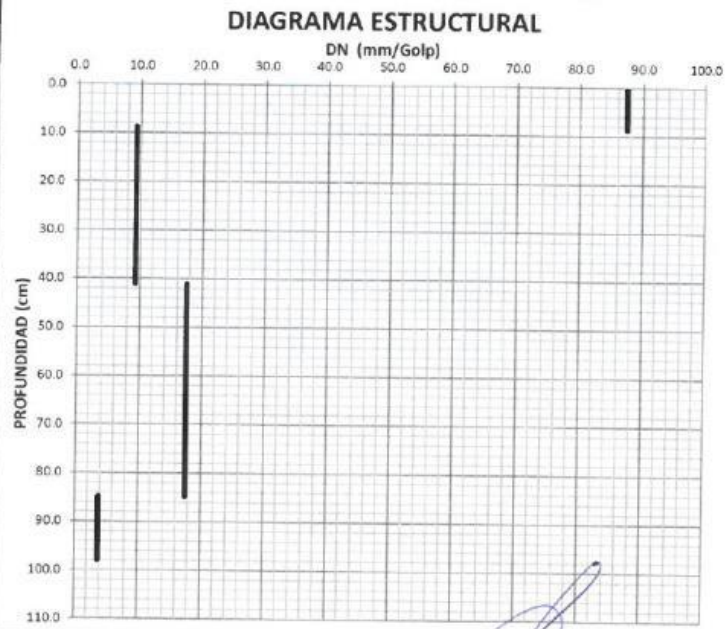
Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO
Ubicación	: KM 14+250	Provincia	: HUANTA
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA

PDC-2

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	84.9
1.0	8.8	62.0	84.9
2.0	9.5	63.0	85.4
3.0	10.3	64.0	85.8
4.0	11.7	65.0	86.3
5.0	13.7	66.0	86.6
6.0	14.9	67.0	86.6
7.0	15.8	68.0	86.8
8.0	16.8	69.0	87.2
9.0	17.5	70.0	87.3
10.0	18.4	71.0	87.5
11.0	19.3	72.0	87.5
12.0	20.7	73.0	87.9
13.0	22.1	74.0	87.9
14.0	23.5	75.0	88.0
15.0	24.9	76.0	88.4
16.0	26.3	77.0	88.9
17.0	27.5	78.0	89.6
18.0	28.7	79.0	90.3
19.0	29.9	80.0	90.7
20.0	31.2	81.0	91.0
21.0	32.4	82.0	91.4
22.0	32.9	83.0	91.7
23.0	33.4	84.0	92.2
24.0	34.1	85.0	92.6
25.0	34.5	86.0	93.1
26.0	35.0	87.0	93.6
27.0	35.7	88.0	94.2
28.0	36.4	89.0	94.7
29.0	37.1	90.0	95.4
30.0	38.0	91.0	95.7
31.0	38.5	92.0	96.1
32.0	39.0	93.0	96.6
33.0	39.6	94.0	97.0
34.0	40.1	95.0	97.7
35.0	40.6	96.0	98.0
36.0	41.1		
37.0	42.2		
38.0	43.2		
39.0	44.3		
40.0	45.3		
41.0	46.4		
42.0	47.4		
43.0	48.5		
44.0	49.5		
45.0	50.6		
46.0	51.6		
47.0	53.9		
48.0	55.1		
49.0	57.6		
50.0	59.5		
51.0	62.5		
52.0	64.6		
53.0	66.2		
54.0	67.9		
55.0	70.9		
56.0	73.5		
57.0	75.6		
58.0	77.7		
59.0	80.3		
60.0	82.6		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	8.8	0.0	1.0	87.5
8.8	41.1	1.0	36.0	9.3
41.1	84.9	36.0	61.0	17.5
84.9	98.0	61.0	96.0	3.8





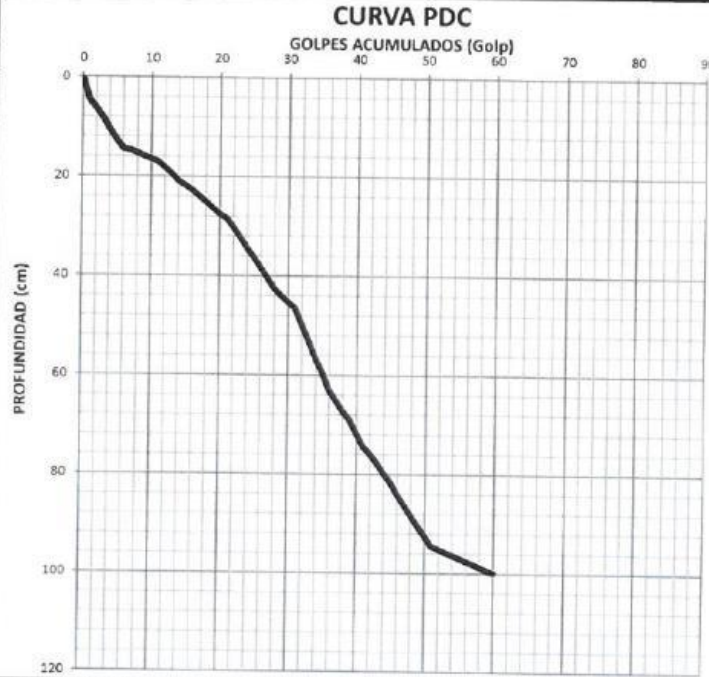
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC (ASTM D 6951)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

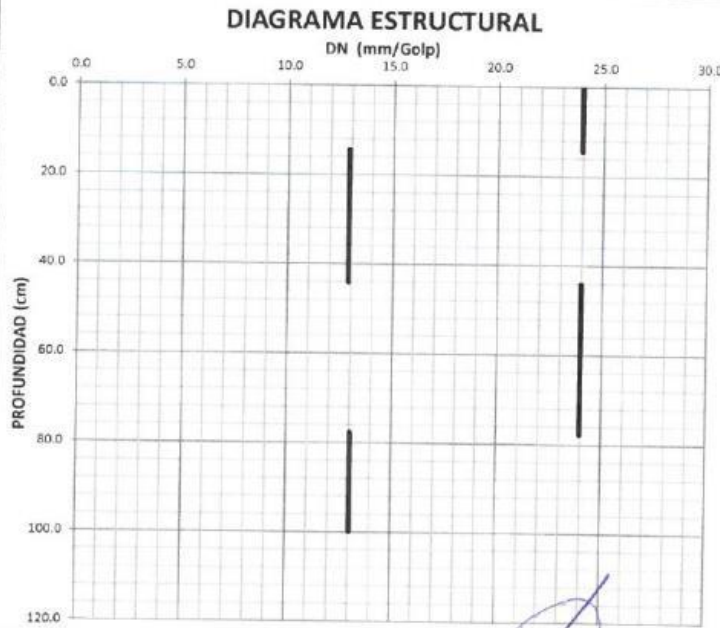
Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO
Ubicación	: KM 14+500	Provincia	: HUANTA
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA

PDC-3

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-		
1.0	4.5		
2.0	6.3		
3.0	8.1		
4.0	10.5		
5.0	12.6		
6.0	14.4		
7.0	14.7		
8.0	15.3		
9.0	15.9		
10.0	16.6		
11.0	17.1		
12.0	18.3		
13.0	19.5		
14.0	21.0		
15.0	21.9		
16.0	22.8		
17.0	24.0		
18.0	25.2		
19.0	26.4		
20.0	27.6		
21.0	28.5		
22.0	30.3		
23.0	32.4		
24.0	34.5		
25.0	36.3		
26.0	38.4		
27.0	40.5		
28.0	42.6		
29.0	44.1		
30.0	45.3		
31.0	46.5		
32.0	49.8		
33.0	53.1		
34.0	56.7		
35.0	59.4		
36.0	63.0		
37.0	65.1		
38.0	67.2		
39.0	69.0		
40.0	71.7		
41.0	74.4		
42.0	75.9		
43.0	77.7		
44.0	79.8		
45.0	81.6		
46.0	84.0		
47.0	86.1		
48.0	88.2		
49.0	90.3		
50.0	92.4		
51.0	94.5		
52.0	95.1		
53.0	95.7		
54.0	96.3		
55.0	96.9		
56.0	97.5		
57.0	98.1		
58.0	98.7		
59.0	99.3		
60.0	99.9		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	14.4	6.0	24.0	8.3
14.4	44.1	29.0	12.9	16.6
44.1	77.7	43.0	24.0	8.3
77.7	99.9	60.0	13.1	16.4

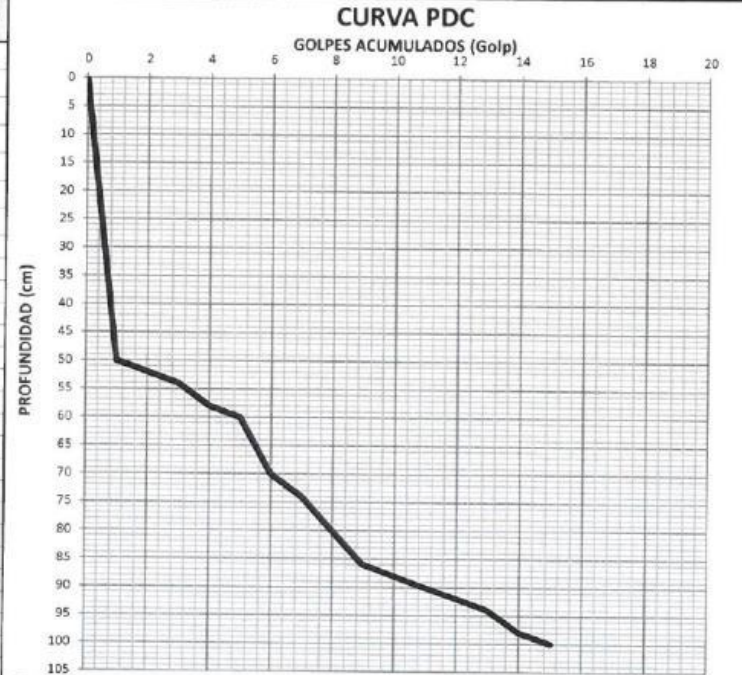


**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

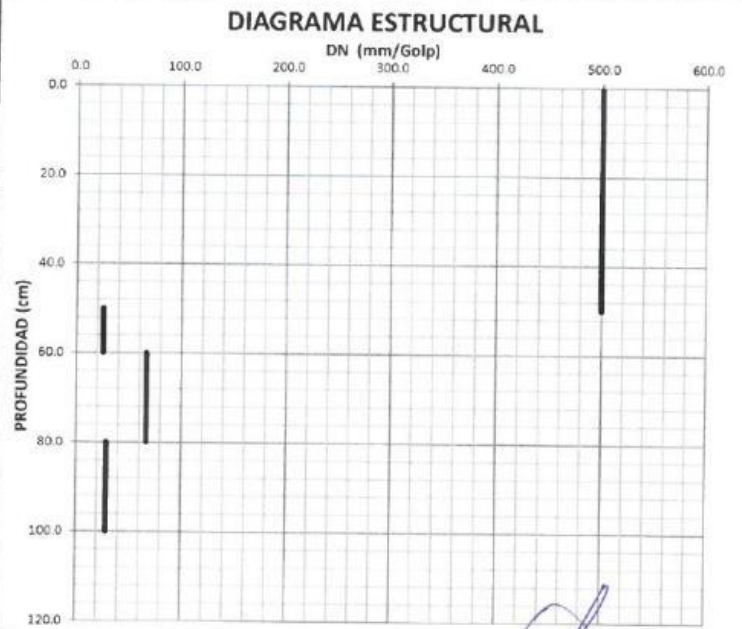
Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-4
Ubicación	: KM 14+750	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-		
1.0	50.0		
2.0	52.0		
3.0	54.0		
4.0	58.0		
5.0	60.0		
6.0	70.0		
7.0	74.0		
8.0	80.0		
9.0	86.0		
10.0	88.0		
11.0	90.0		
12.0	92.0		
13.0	94.0		
14.0	96.0		
15.0	100.0		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	50.0	0.0	1.0	500.0
50.0	60.0	1.0	5.0	25.0
60.0	80.0	5.0	8.0	66.7
80.0	100.0	8.0	15.0	28.6




KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

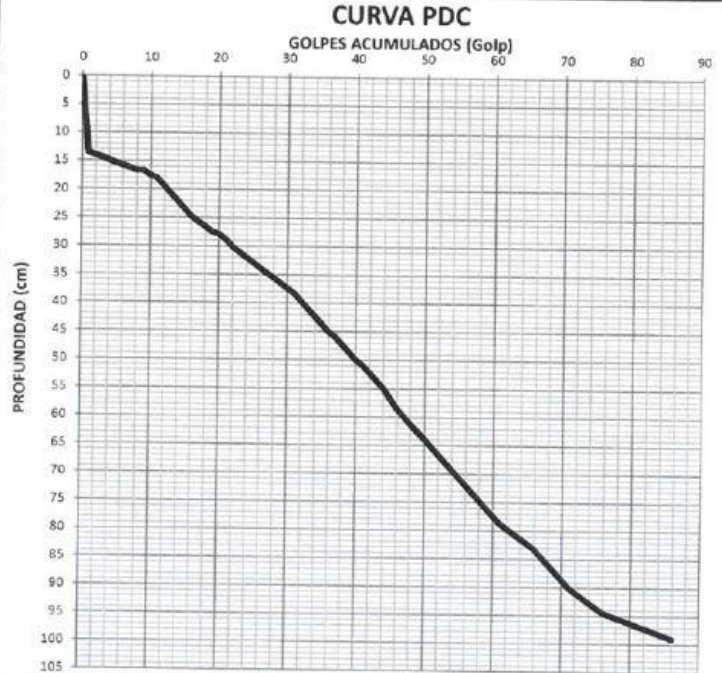


ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC (ASTM D 6951)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

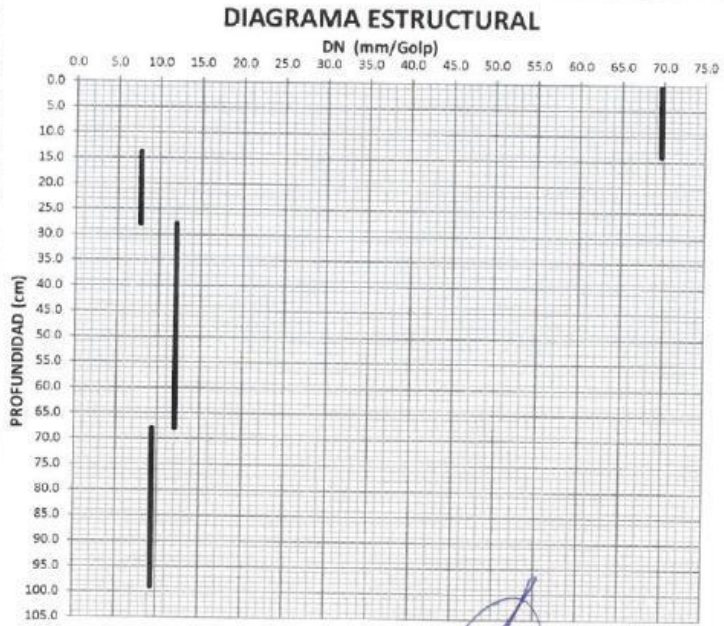
Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-5
Ubicación	: KM 15+000	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	78.8
1.0	13.5	62.0	79.7
2.0	14.0	63.0	80.6
3.0	14.4	64.0	81.5
4.0	14.9	65.0	82.4
5.0	15.3	66.0	83.3
6.0	15.8	67.0	84.6
7.0	16.2	68.0	86.0
8.0	16.7	69.0	87.3
9.0	16.7	70.0	88.7
10.0	17.6	71.0	90.0
11.0	18.0	72.0	90.9
12.0	19.4	73.0	91.8
13.0	20.7	74.0	92.7
14.0	22.1	75.0	93.6
15.0	23.4	76.0	94.5
16.0	24.8	77.0	95.0
17.0	25.7	78.0	95.4
18.0	26.6	79.0	95.9
19.0	27.5	80.0	96.3
20.0	27.9	81.0	96.8
21.0	28.8	82.0	97.2
22.0	30.2	83.0	97.7
23.0	31.1	84.0	98.1
24.0	32.0	85.0	98.6
25.0	32.9	86.0	99.0
26.0	33.8		
27.0	34.7		
28.0	35.6		
29.0	36.5		
30.0	37.4		
31.0	38.3		
32.0	39.6		
33.0	41.0		
34.0	42.3		
35.0	43.7		
36.0	45.0		
37.0	45.9		
38.0	47.3		
39.0	48.6		
40.0	50.0		
41.0	50.9		
42.0	52.2		
43.0	53.6		
44.0	54.9		
45.0	56.7		
46.0	58.5		
47.0	59.9		
48.0	61.2		
49.0	62.6		
50.0	63.9		
51.0	65.3		
52.0	66.6		
53.0	68.0		
54.0	69.3		
55.0	70.7		
56.0	72.0		
57.0	73.4		
58.0	74.7		
59.0	76.1		
60.0	77.4		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR (%) Diseño
0.0	14.0	0.0	2.0	69.8
14.0	27.9	2.0	20.0	7.8
27.9	68.0	20.0	53.0	12.1
68.0	99.0	53.0	86.0	9.4

14.5

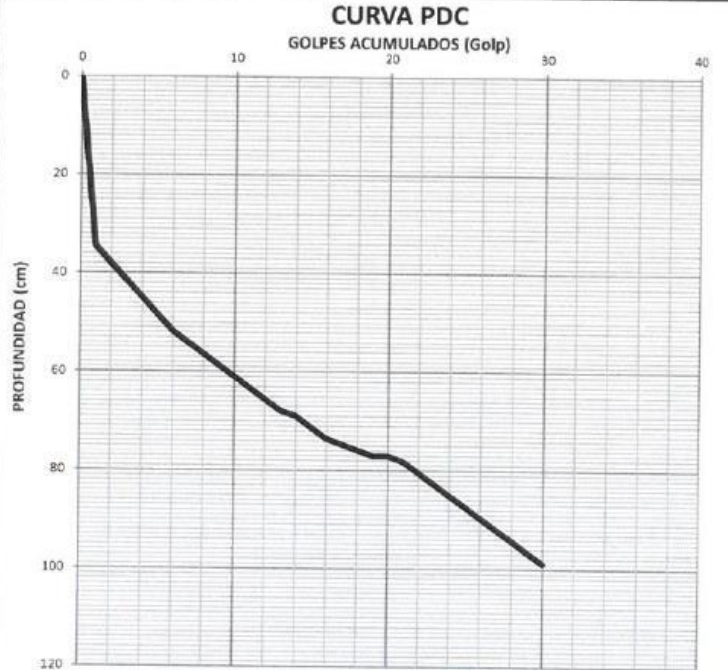


**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-6
Ubicación	: KM 15+250	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-		
1.0	34.5		
2.0	38.0		
3.0	41.4		
4.0	44.9		
5.0	48.3		
6.0	51.8		
7.0	54.1		
8.0	56.4		
9.0	58.7		
10.0	61.0		
11.0	63.3		
12.0	65.6		
13.0	67.9		
14.0	69.0		
15.0	71.3		
16.0	73.6		
17.0	74.8		
18.0	75.9		
19.0	77.1		
20.0	77.1		
21.0	78.2		
22.0	80.5		
23.0	82.8		
24.0	85.1		
25.0	87.4		
26.0	89.7		
27.0	92.0		
28.0	94.3		
29.0	96.6		
30.0	98.9		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	34.5	0.0	1.0	345.0
34.5	61.0	1.0	10.0	29.4
61.0	80.5	10.0	22.0	16.3
80.5	98.9	22.0	30.0	12.8

7.1



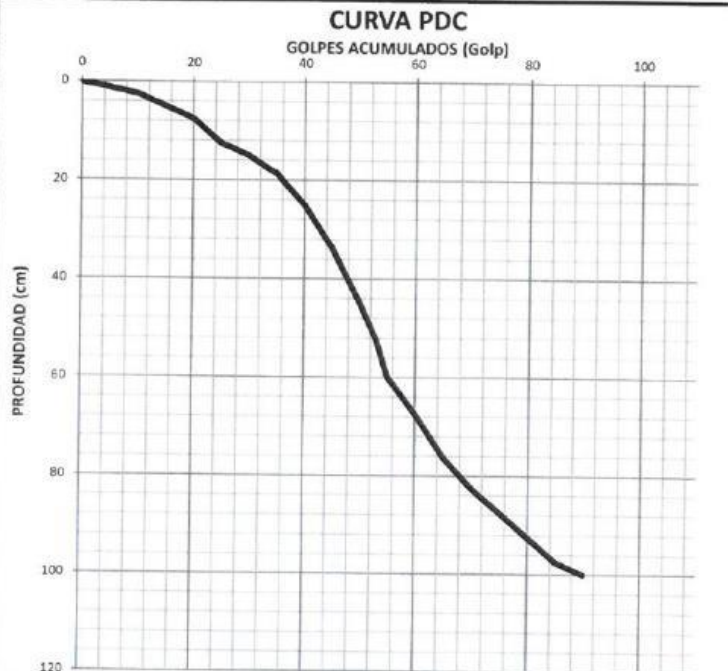


ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC (ASTM D 6951)

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-7
Ubicación	: KM 15+500	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	69.3
1.0	0.3	62.0	71.0
2.0	0.5	63.0	72.8
3.0	0.8	64.0	74.5
4.0	1.0	65.0	76.3
5.0	1.3	66.0	77.5
6.0	1.5	67.0	78.8
7.0	1.8	68.0	80.0
8.0	2.0	69.0	81.3
9.0	2.3	70.0	82.5
10.0	2.5	71.0	83.5
11.0	3.0	72.0	84.5
12.0	3.5	73.0	85.5
13.0	4.0	74.0	86.5
14.0	4.5	75.0	87.5
15.0	5.0	76.0	88.5
16.0	5.5	77.0	89.5
17.0	6.0	78.0	90.5
18.0	6.5	79.0	91.5
19.0	7.0	80.0	92.5
20.0	7.5	81.0	93.5
21.0	8.5	82.0	94.5
22.0	9.5	83.0	95.5
23.0	10.5	84.0	96.5
24.0	11.5	85.0	97.5
25.0	12.5	86.0	98.0
26.0	13.0	87.0	98.5
27.0	13.5	88.0	99.0
28.0	14.0	89.0	99.5
29.0	14.5	90.0	100.0
30.0	15.0		
31.0	15.8		
32.0	16.5		
33.0	17.3		
34.0	18.0		
35.0	18.5		
36.0	20.0		
37.0	21.3		
38.0	22.5		
39.0	23.8		
40.0	25.0		
41.0	26.8		
42.0	28.5		
43.0	30.3		
44.0	32.0		
45.0	33.8		
46.0	36.0		
47.0	38.3		
48.0	40.5		
49.0	42.8		
50.0	45.0		
51.0	47.5		
52.0	50.0		
53.0	52.5		
54.0	56.3		
55.0	60.0		
56.0	61.5		
57.0	63.0		
58.0	64.5		
59.0	66.0		
60.0	67.5		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	12.5	0.0	25.0	5.0
12.5	60.0	25.0	55.0	15.8
60.0	87.5	55.0	75.0	13.8
87.5	100.0	75.0	90.0	8.3



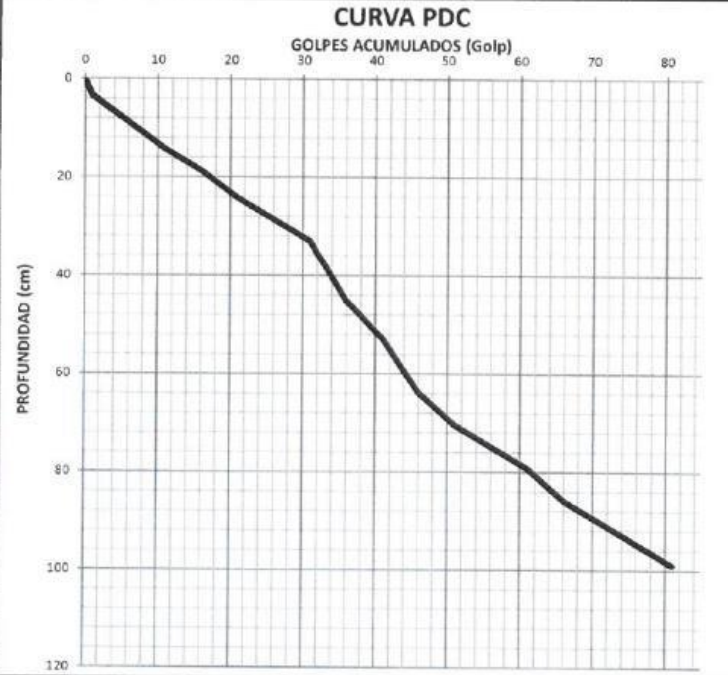
KENNY HUAMANI GAMAPRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 13607
 AREA GEOTECNICA

**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

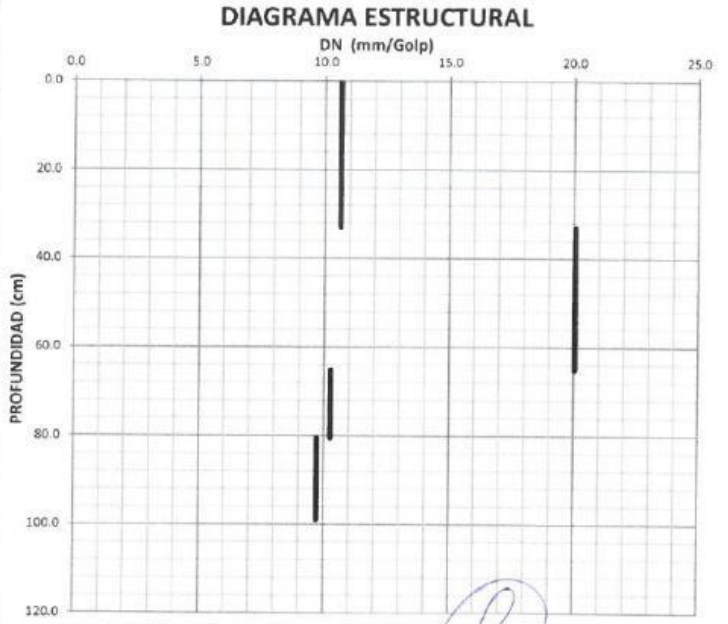
Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-8
Ubicación	: KM 15+750	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	79.2
1.0	3.3	62.0	80.5
2.0	4.4	63.0	81.8
3.0	5.5	64.0	83.2
4.0	6.6	65.0	84.5
5.0	7.7	66.0	85.8
6.0	8.8	67.0	86.7
7.0	9.9	68.0	87.6
8.0	11.0	69.0	88.4
9.0	12.1	70.0	89.3
10.0	13.2	71.0	90.2
11.0	14.3	72.0	91.1
12.0	15.2	73.0	92.0
13.0	16.1	74.0	92.8
14.0	16.9	75.0	93.7
15.0	17.8	76.0	94.6
16.0	18.7	77.0	95.5
17.0	19.6	78.0	96.4
18.0	20.9	79.0	97.2
19.0	22.0	80.0	98.1
20.0	23.1	81.0	99.0
21.0	24.2		
22.0	25.1		
23.0	26.0		
24.0	26.8		
25.0	27.7		
26.0	28.6		
27.0	29.5		
28.0	30.4		
29.0	31.2		
30.0	32.1		
31.0	33.0		
32.0	35.6		
33.0	37.8		
34.0	40.3		
35.0	42.7		
36.0	45.1		
37.0	46.6		
38.0	48.2		
39.0	49.7		
40.0	51.3		
41.0	52.8		
42.0	55.0		
43.0	57.2		
44.0	59.4		
45.0	61.6		
46.0	63.8		
47.0	65.1		
48.0	66.4		
49.0	67.8		
50.0	69.1		
51.0	70.4		
52.0	71.3		
53.0	72.2		
54.0	73.0		
55.0	73.9		
56.0	74.8		
57.0	75.7		
58.0	76.6		
59.0	77.4		
60.0	78.3		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	33.0	0.0	31.0	10.6
33.0	65.1	31.0	47.0	20.1
65.1	80.5	47.0	62.0	10.3
80.5	99.0	62.0	81.0	9.7
				22.8

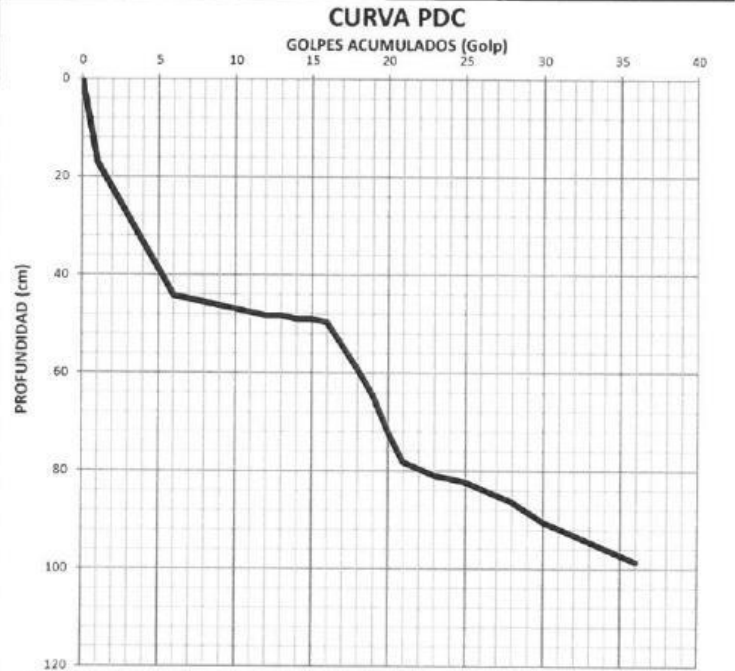


**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

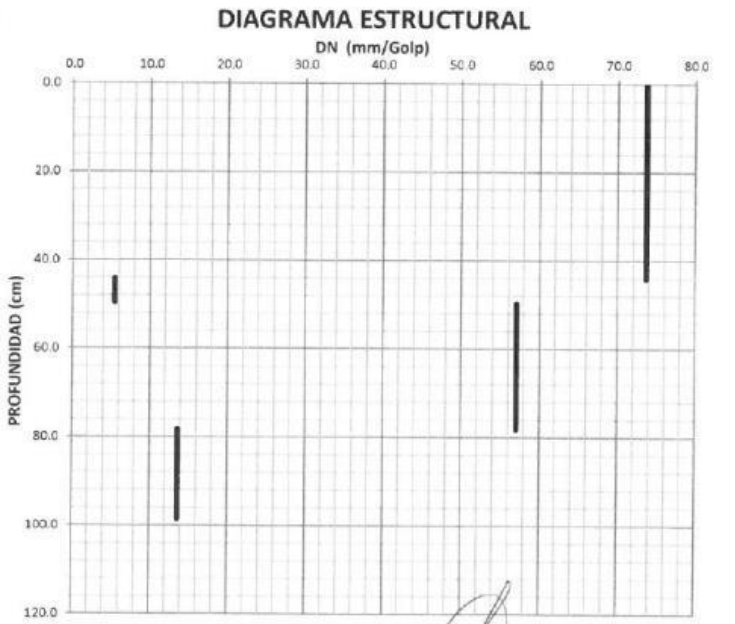
Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-9
Ubicación	: KM 16+000	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-		
1.0	17.0		
2.0	22.4		
3.0	27.9		
4.0	33.3		
5.0	38.8	66.0	11.0
6.0	44.2		
7.0	44.9		
8.0	45.6		
9.0	46.2		
10.0	46.9	71.0	12.8
11.0	47.6		
12.0	48.3		
13.0	48.3		
14.0	49.0		
15.0	49.0	76.0	16.0
16.0	49.6		
17.0	54.4		
18.0	59.2		
19.0	64.6		
20.0	72.1	81.0	18.5
21.0	78.2		
22.0	79.6		
23.0	90.9		
24.0	81.6		
25.0	82.3		
26.0	83.6		
27.0	85.0		
28.0	86.4		
29.0	88.4		
30.0	90.4		
31.0	91.8		
32.0	93.2		
33.0	94.5		
34.0	95.9		
35.0	97.2		
36.0	98.6		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	44.2	0.0	6.0	73.7
44.2	49.6	6.0	16.0	5.4
49.6	78.2	16.0	21.0	57.1
78.2	98.6	21.0	36.0	13.6



**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante : **LUIS ALBERTO TANTA PRADO** Región : **AYACUCHO**

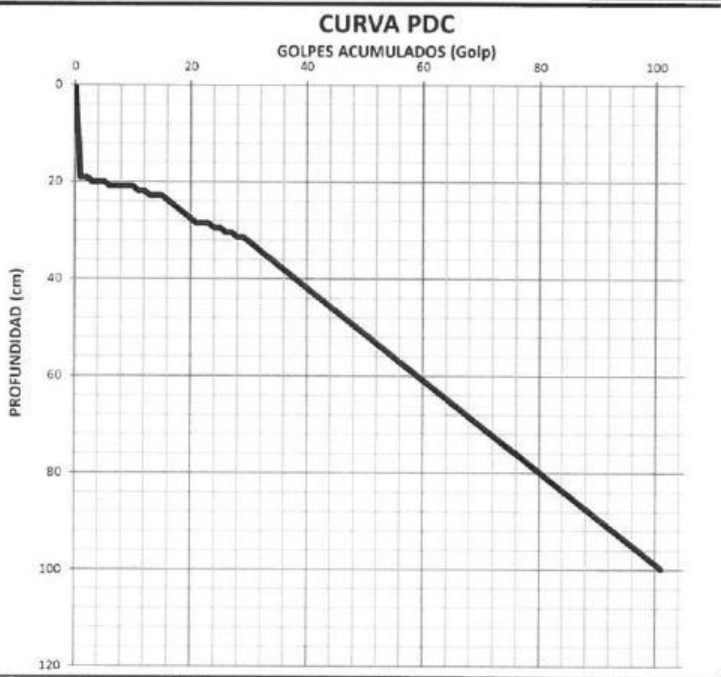
Ubicación : **KM 16+250** Provincia : **HUANTA**

Cota Terreno : **SUB RASANTE** Distrito : **ROSARIO-SIVIA**

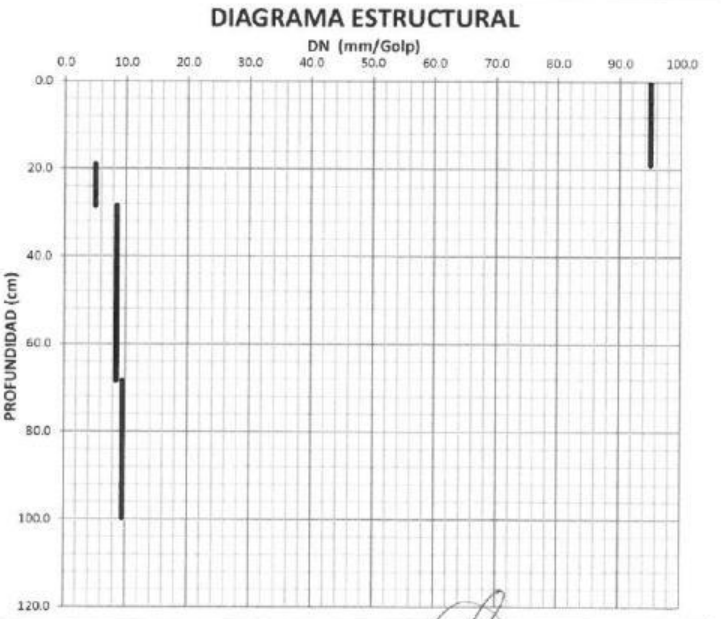
Fecha : **MAYO DEL 2022** Lugar : **ROSARIO-SIVIA**

PDC-10

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	61.8
1.0	19.0	62.0	62.7
2.0	19.0	63.0	63.7
3.0	20.0	64.0	64.6
4.0	20.0	65.0	65.6
5.0	20.0	66.0	66.5
6.0	20.9	67.0	67.5
7.0	20.9	68.0	68.4
8.0	20.9	69.0	69.4
9.0	20.9	70.0	70.3
10.0	20.9	71.0	71.3
11.0	21.9	72.0	72.2
12.0	21.9	73.0	73.2
13.0	22.8	74.0	74.1
14.0	22.8	75.0	75.1
15.0	22.8	76.0	76.0
16.0	23.8	77.0	77.0
17.0	24.7	78.0	77.9
18.0	25.7	79.0	78.9
19.0	26.6	80.0	79.8
20.0	27.6	81.0	80.8
21.0	28.5	82.0	81.7
22.0	28.5	83.0	82.7
23.0	28.5	84.0	83.6
24.0	29.5	85.0	84.6
25.0	29.5	86.0	85.5
26.0	30.4	87.0	86.5
27.0	30.4	88.0	87.4
28.0	31.4	89.0	88.4
29.0	31.4	90.0	89.3
30.0	32.3	91.0	90.3
31.0	33.3	92.0	91.2
32.0	34.2	93.0	92.2
33.0	35.2	94.0	93.1
34.0	36.1	95.0	94.1
35.0	37.1	96.0	95.0
36.0	38.0	97.0	96.0
37.0	39.0	98.0	96.9
38.0	39.9	99.0	97.9
39.0	40.9	100.0	98.8
40.0	41.8	101.0	99.8
41.0	42.8		
42.0	43.7		
43.0	44.7		
44.0	45.6		
45.0	46.6		
46.0	47.5		
47.0	48.5		
48.0	49.4		
49.0	50.4		
50.0	51.3		
51.0	52.3		
52.0	53.2		
53.0	54.2		
54.0	55.1		
55.0	56.1		
56.0	57.0		
57.0	58.0		
58.0	58.9		
59.0	59.9		
60.0	60.8		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	19.0	0.0	2.0	95.0
19.0	28.5	2.0	21.0	5.0
28.5	68.4	21.0	68.0	8.5
68.4	99.8	68.0	101.0	9.5



KENNY HUMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130031
 AREA GEOTECNICA Y C. A.

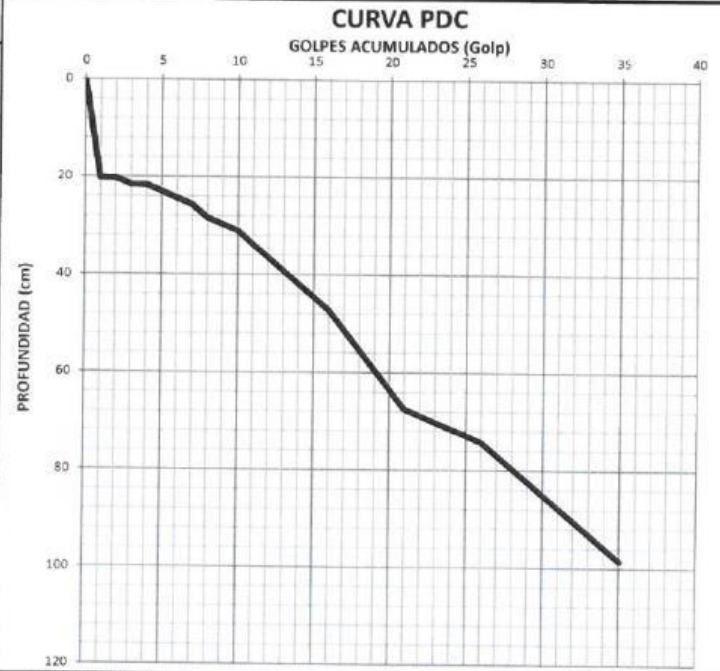
**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO
Ubicación	: KM 16+500	Provincia	: HUANTA
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA

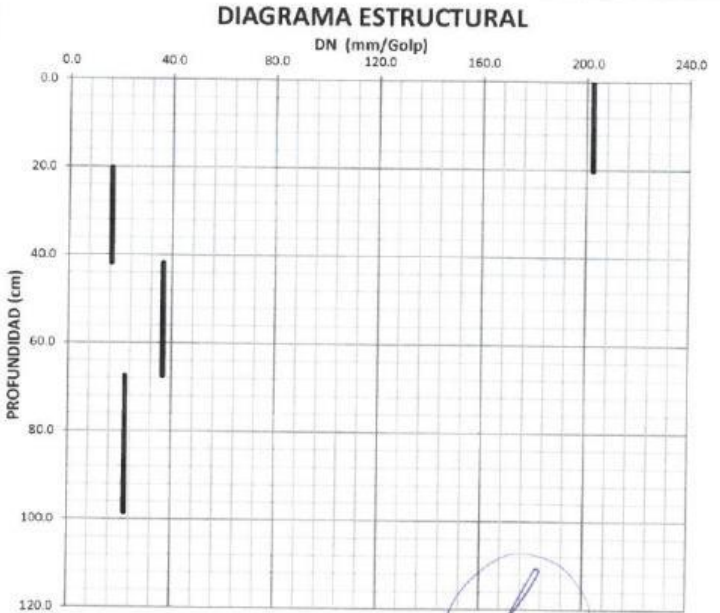
PDC-11

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-		
1.0	20.3		
2.0	20.3		
3.0	21.6		
4.0	21.6		
5.0	23.0		
6.0	24.3		
7.0	25.7		
8.0	28.4		
9.0	29.7		
10.0	31.1		
11.0	33.8		
12.0	36.5		
13.0	39.2		
14.0	41.9		
15.0	44.6		
16.0	47.3		
17.0	51.3		
18.0	55.4		
19.0	59.4		
20.0	63.5		
21.0	67.5		
22.0	68.9		
23.0	70.2		
24.0	71.6		
25.0	72.9		
26.0	74.3		
27.0	77.0		
28.0	79.7		
29.0	82.4		
30.0	85.1		
31.0	87.8		
32.0	90.5		
33.0	93.2		
34.0	95.9		
35.0	98.6		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	20.3	0.0	1.0	202.5
20.3	41.9	1.0	14.0	16.6
41.9	67.5	14.0	21.0	36.6
67.5	98.6	21.0	35.0	22.2

5.2



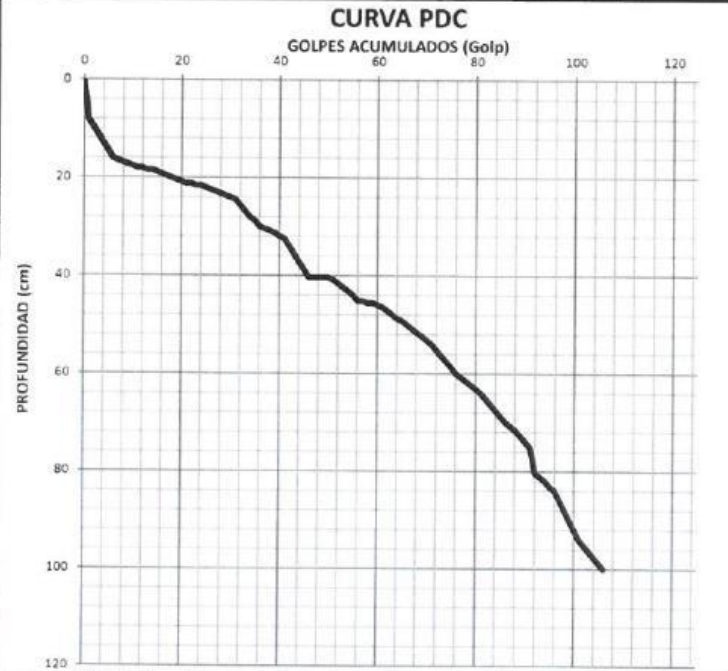

KENNY HUAMANI CAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 122611
 AREA GEOTECNA

**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

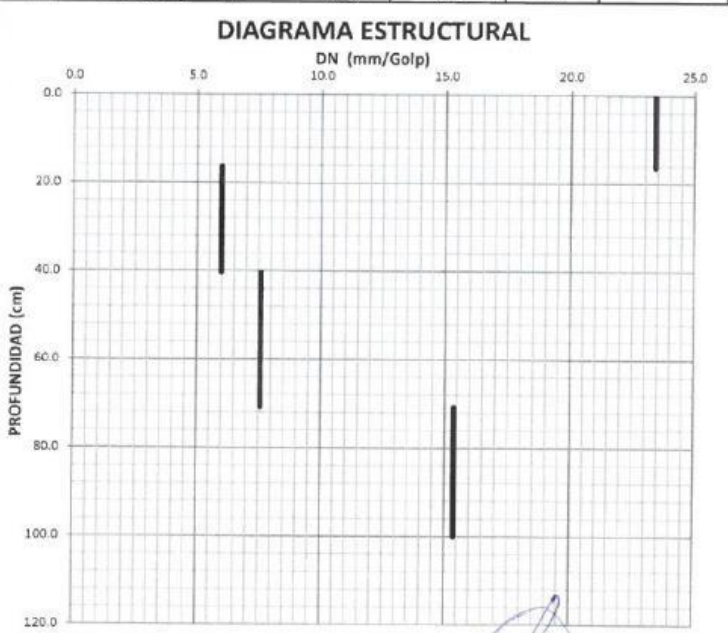
Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-12
Ubicación	: KM 16+750	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	46.4
1.0	6.0	62.0	47.2
2.0	9.6	63.0	48.0
3.0	11.2	64.0	48.8
4.0	12.8	65.0	49.2
5.0	14.4	66.0	50.0
6.0	16.0	67.0	50.8
7.0	16.4	68.0	51.6
8.0	16.8	69.0	52.4
9.0	17.2	70.0	53.2
10.0	17.6	71.0	54.0
11.0	18.0	72.0	55.2
12.0	18.0	73.0	56.4
13.0	18.4	74.0	57.6
14.0	18.4	75.0	58.8
15.0	18.8	76.0	60.0
16.0	19.2	77.0	60.8
17.0	19.6	78.0	61.6
18.0	20.0	79.0	62.4
19.0	20.4	80.0	63.2
20.0	20.8	81.0	64.0
21.0	21.2	82.0	65.2
22.0	21.2	83.0	66.4
23.0	21.6	84.0	67.6
24.0	21.6	85.0	68.8
25.0	22.0	86.0	70.0
26.0	22.4	87.0	70.8
27.0	22.8	88.0	71.6
28.0	23.2	89.0	72.8
29.0	23.6	90.0	74.0
30.0	24.0	91.0	75.2
31.0	24.4	92.0	80.4
32.0	25.6	93.0	81.2
33.0	26.8	94.0	82.0
34.0	28.0	95.0	83.2
35.0	28.8	96.0	84.0
36.0	30.0	97.0	86.0
37.0	30.4	98.0	88.0
38.0	30.8	99.0	90.0
39.0	31.2	100.0	92.0
40.0	32.0	101.0	94.0
41.0	32.4	102.0	95.2
42.0	34.0	103.0	96.4
43.0	35.6	104.0	97.6
44.0	37.2	105.0	98.8
45.0	38.8	106.0	100.0
46.0	40.4		
47.0	40.4		
48.0	40.4		
49.0	40.4		
50.0	40.4		
51.0	40.8		
52.0	41.6		
53.0	42.4		
54.0	43.2		
55.0	44.0		
56.0	45.2		
57.0	45.2		
58.0	45.6		
59.0	45.6		
60.0	46.0		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	16.4	7.0	23.4	8.5
16.4	40.4	7.0	47.0	6.0
40.4	70.8	47.0	87.0	7.6
70.8	100.0	87.0	106.0	15.4

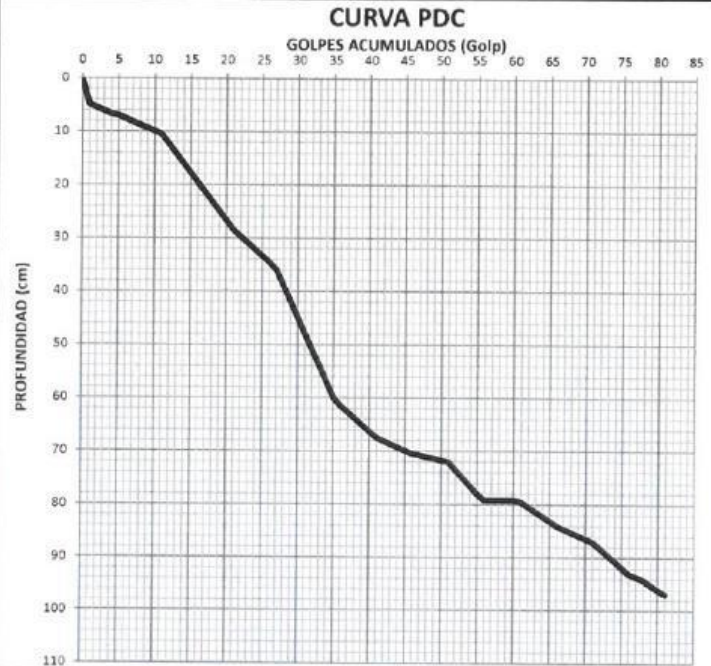


**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

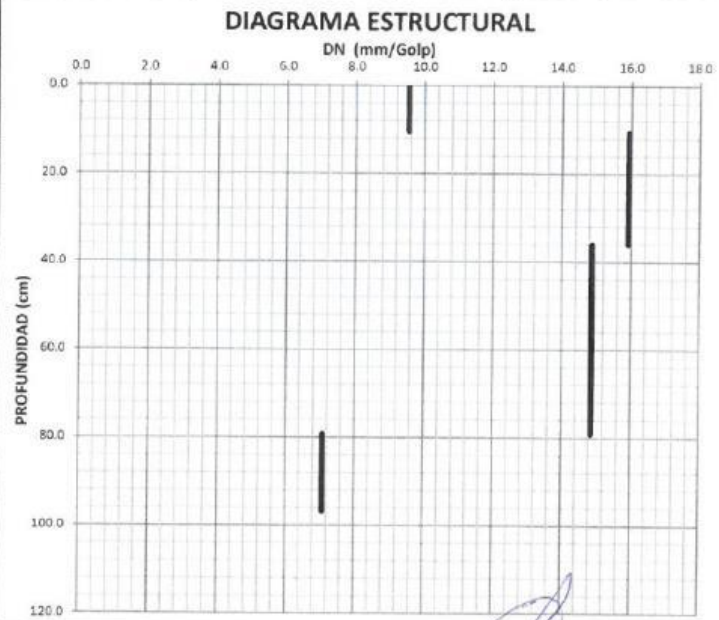
Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-13
Ubicación	: KM 17+000	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	79.5
1.0	4.8	62.0	80.4
2.0	5.4	63.0	81.3
3.0	6.0	64.0	82.2
4.0	6.6	65.0	83.1
5.0	6.9	66.0	84.0
6.0	7.5	67.0	84.6
7.0	8.1	68.0	85.2
8.0	8.7	69.0	85.8
9.0	9.3	70.0	86.4
10.0	9.9	71.0	87.0
11.0	10.5	72.0	88.2
12.0	12.3	73.0	89.4
13.0	14.1	74.0	90.6
14.0	15.9	75.0	91.8
15.0	17.7	76.0	93.0
16.0	19.5	77.0	93.6
17.0	21.3	78.0	94.2
18.0	23.1	79.0	95.1
19.0	24.9	80.0	96.0
20.0	26.7	81.0	96.9
21.0	28.5		
22.0	29.7		
23.0	30.9		
24.0	32.1		
25.0	33.3		
26.0	34.5		
27.0	36.0		
28.0	39.0		
29.0	42.0		
30.0	45.0		
31.0	48.0		
32.0	51.0		
33.0	54.0		
34.0	57.0		
35.0	60.0		
36.0	61.5		
37.0	62.7		
38.0	63.9		
39.0	65.1		
40.0	66.3		
41.0	67.5		
42.0	68.1		
43.0	68.7		
44.0	69.3		
45.0	69.9		
46.0	70.5		
47.0	70.8		
48.0	71.1		
49.0	71.4		
50.0	71.7		
51.0	72.0		
52.0	73.5		
53.0	75.0		
54.0	76.5		
55.0	78.0		
56.0	79.2		
57.0	79.2		
58.0	79.2		
59.0	79.2		
60.0	79.2		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	10.5	0.0	11.0	9.5
10.5	36.0	11.0	27.0	15.9
36.0	79.2	27.0	56.0	14.9
79.2	96.9	56.0	81.0	7.1
				19.7



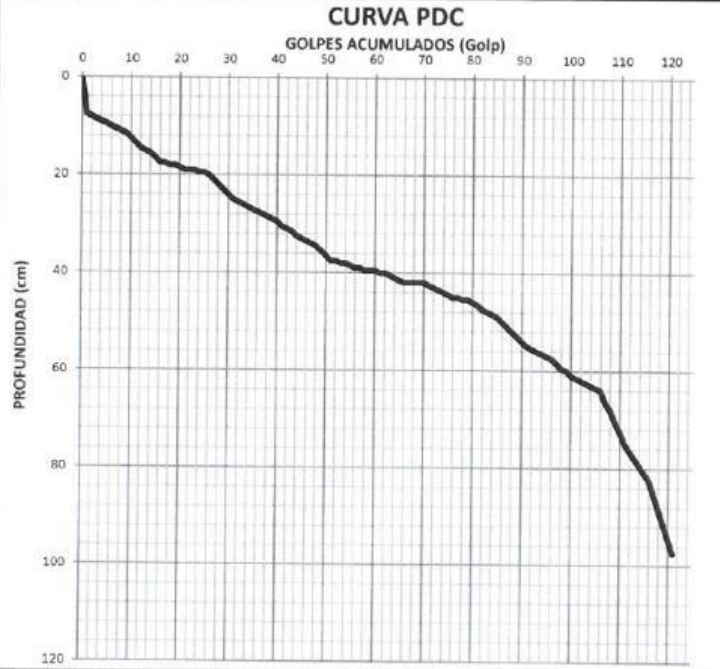

KENNY HUAMANI GÁMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

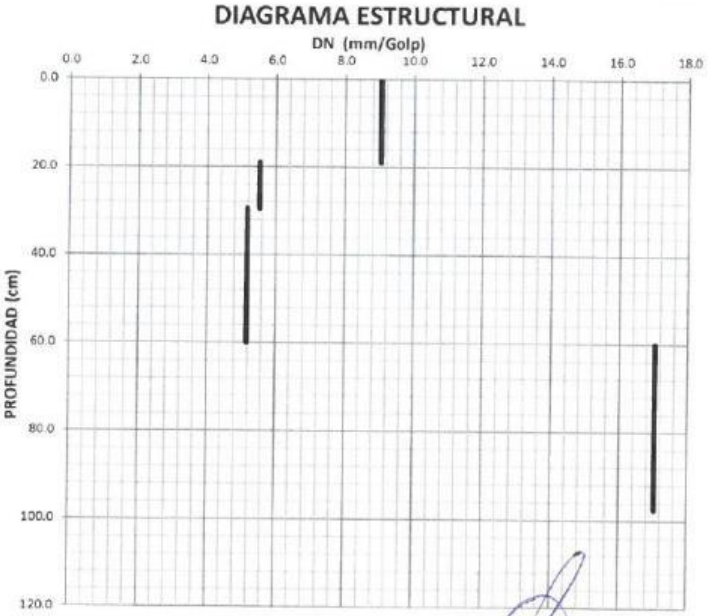
Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-14
Ubicación	: KM 17+250	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	40.0
1.0	7.5	62.0	40.0
2.0	8.0	63.0	40.5
3.0	8.5	64.0	41.0
4.0	9.0	65.0	41.5
5.0	9.5	66.0	42.0
6.0	10.0	67.0	42.0
7.0	10.5	68.0	42.0
8.0	11.0	69.0	42.0
9.0	11.5	70.0	42.0
10.0	12.5	71.0	42.5
11.0	13.5	72.0	43.0
12.0	14.5	73.0	43.5
13.0	15.0	74.0	44.0
14.0	15.5	75.0	44.5
15.0	16.5	76.0	45.0
16.0	17.5	77.0	45.0
17.0	17.5	78.0	45.5
18.0	18.0	79.0	45.5
19.0	18.0	80.0	46.0
20.0	18.5	81.0	46.5
21.0	19.0	82.0	47.5
22.0	19.0	83.0	48.0
23.0	19.0	84.0	48.5
24.0	19.5	85.0	49.0
25.0	19.5	86.0	50.0
26.0	20.0	87.0	51.0
27.0	21.0	88.0	52.0
28.0	22.0	89.0	53.0
29.0	23.0	90.0	54.0
30.0	24.0	91.0	55.0
31.0	25.0	92.0	55.5
32.0	25.5	93.0	56.0
33.0	26.0	94.0	56.5
34.0	26.5	95.0	57.0
35.0	27.0	96.0	57.5
36.0	27.5	97.0	58.5
37.0	28.0	98.0	59.5
38.0	28.5	99.0	60.0
39.0	29.0	100.0	61.0
40.0	29.5	101.0	61.5
41.0	30.5	102.0	62.0
42.0	31.0	103.0	62.5
43.0	31.5	104.0	63.0
44.0	32.5	105.0	63.5
45.0	33.0	106.0	64.0
46.0	33.5	107.0	66.5
47.0	34.0	108.0	68.0
48.0	34.5	109.0	70.5
49.0	35.5	110.0	72.5
50.0	36.5	111.0	75.0
51.0	37.5	112.0	76.5
52.0	37.5	113.0	78.0
53.0	38.0	114.0	79.5
54.0	38.0	115.0	81.0
55.0	38.5	116.0	82.5
56.0	39.0	117.0	85.5
57.0	39.0	118.0	88.5
58.0	39.5	119.0	91.5
59.0	39.5	120.0	94.5
60.0	39.5	121.0	97.5



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño	
0.0	19.0	0.0	21.0	9.0	24.8
19.0	29.5	21.0	40.0	5.5	43.0
29.5	60.0	40.0	99.0	5.2	46.4
60.0	97.5	99.0	121.0	17.0	12.2

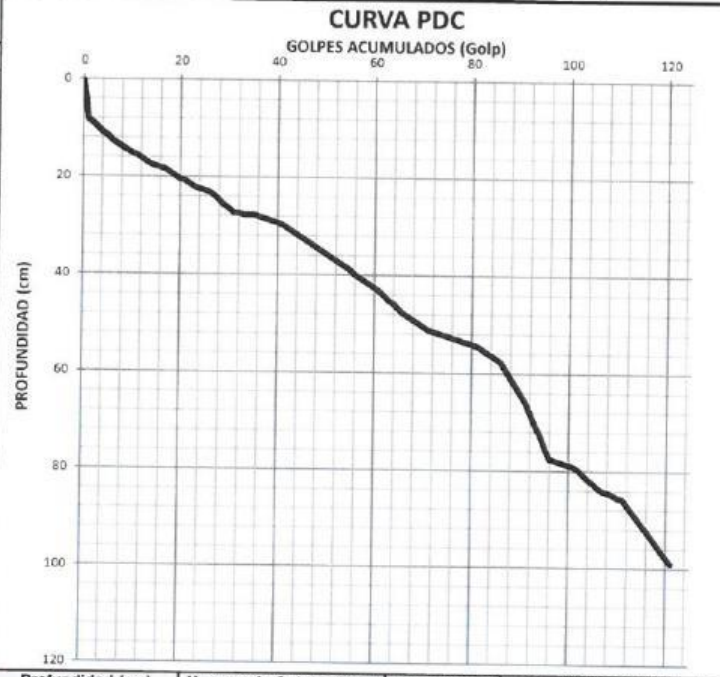


**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

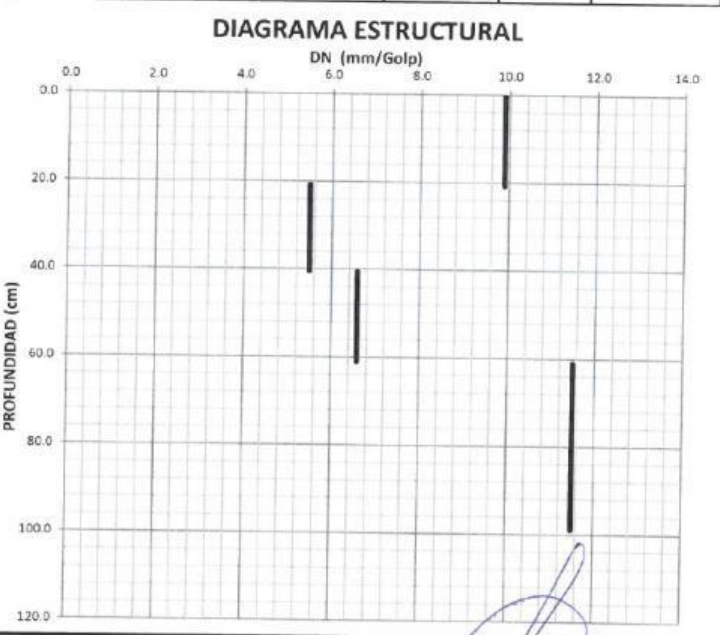
Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-15
Ubicación	: KM 17+500	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	43.2
1.0	8.3	62.0	44.2
2.0	8.9	63.0	45.2
3.0	9.9	64.0	45.9
4.0	10.9	65.0	46.9
5.0	11.6	66.0	47.9
6.0	12.5	67.0	48.5
7.0	13.2	68.0	49.2
8.0	13.9	69.0	49.8
9.0	14.5	70.0	50.5
10.0	15.2	71.0	51.2
11.0	15.5	72.0	51.5
12.0	16.2	73.0	51.8
13.0	16.8	74.0	52.1
14.0	17.5	75.0	52.5
15.0	17.8	76.0	52.8
16.0	18.2	77.0	53.1
17.0	18.5	78.0	53.5
18.0	19.1	79.0	53.8
19.0	19.8	80.0	54.1
20.0	20.5	81.0	54.5
21.0	20.8	82.0	55.1
22.0	21.5	83.0	55.8
23.0	22.1	84.0	56.4
24.0	22.4	85.0	57.1
25.0	22.8	86.0	57.8
26.0	23.1	87.0	59.4
27.0	23.8	88.0	61.1
28.0	24.8	89.0	62.7
29.0	25.7	90.0	64.4
30.0	26.4	91.0	66.0
31.0	27.4	92.0	68.3
32.0	27.4	93.0	70.6
33.0	27.7	94.0	72.6
34.0	27.7	95.0	75.2
35.0	27.7	96.0	77.6
36.0	28.1	97.0	77.9
37.0	28.4	98.0	78.2
38.0	28.7	99.0	78.5
39.0	29.0	100.0	78.9
40.0	29.4	101.0	79.2
41.0	29.7	102.0	79.9
42.0	30.4	103.0	80.9
43.0	31.0	104.0	81.8
44.0	31.7	105.0	82.5
45.0	32.3	108.0	83.5
46.0	33.0	107.0	84.2
47.0	33.7	108.0	84.5
48.0	34.3	109.0	84.8
49.0	35.0	110.0	85.5
50.0	35.6	111.0	85.8
51.0	36.3	112.0	87.1
52.0	37.0	113.0	88.4
53.0	37.6	114.0	89.8
54.0	38.3	115.0	91.1
55.0	38.9	116.0	92.4
56.0	39.9	117.0	93.7
57.0	40.6	118.0	95.0
58.0	41.3	119.0	96.4
59.0	41.9	120.0	97.7
60.0	42.6	121.0	99.0



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golg)	DN (mm/golg)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	20.8	0.0	21.0	9.9
20.8	40.6	21.0	57.0	5.5
40.6	61.1	57.0	88.0	6.6
61.1	99.0	88.0	121.0	11.5
				18.9

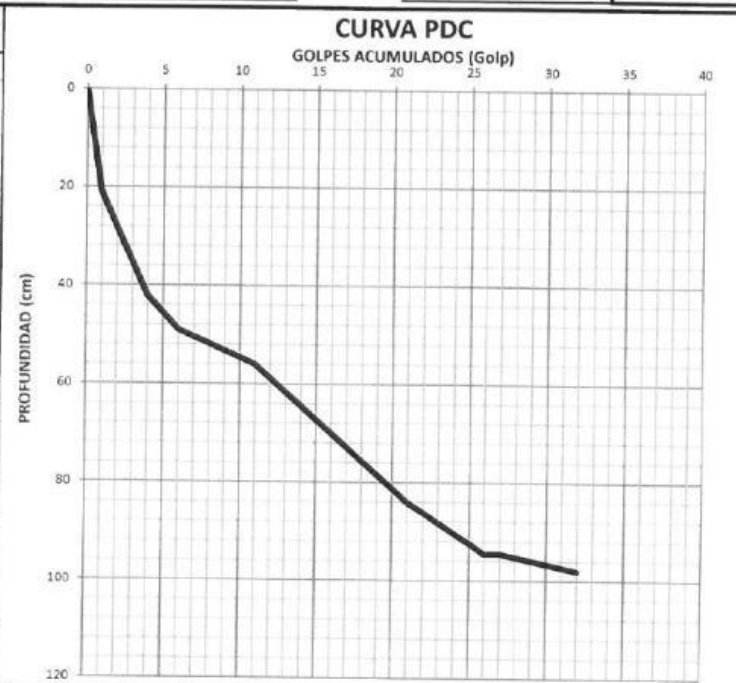


**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

Proyecto : 'INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022'

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO	PDC-16
Ubicación	: KM 17+750	Provincia	: HUANTA	
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA	
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA	

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-		
1.0	21.0		
2.0	26.0		
3.0	35.0		
4.0	42.0		
5.0	45.5		
6.0	49.0		
7.0	50.4		
8.0	51.8		
9.0	53.2		
10.0	54.6		
11.0	56.0		
12.0	56.8		
13.0	61.6		
14.0	64.4		
15.0	67.2		
16.0	70.0		
17.0	72.8		
18.0	75.6		
19.0	78.4		
20.0	81.2		
21.0	84.0		
22.0	86.1		
23.0	88.2		
24.0	90.3		
25.0	92.4		
26.0	94.5		
27.0	94.5		
28.0	95.2		
29.0	95.9		
30.0	96.6		
31.0	97.3		
32.0	98.0		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	21.0	0.0	1.0	210.0
21.0	42.0	1.0	4.0	70.0
42.0	81.2	4.0	20.0	24.5
81.2	96.0	20.0	32.0	14.0




KENNY HUAMANÍ CAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

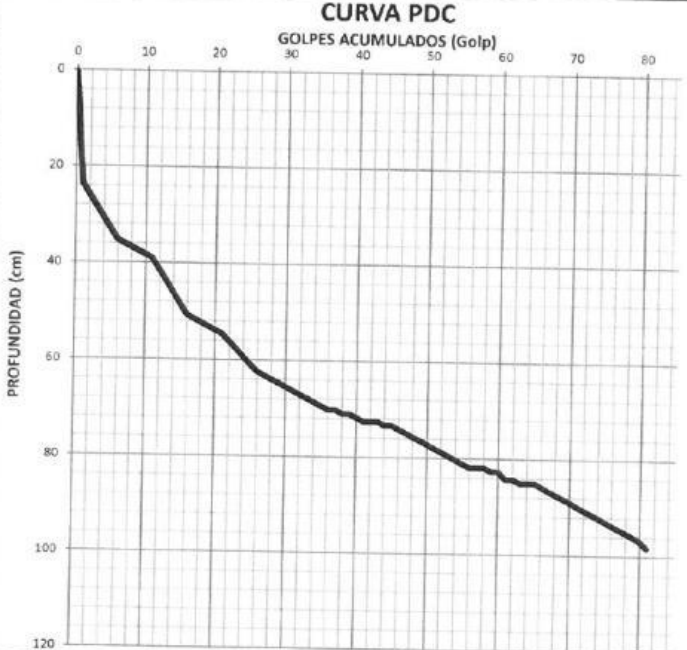
**ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO - PDC
(ASTM D 6951)**

Proyecto : "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE NOPAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO DE LA CARRETERA ROSARIO-SIVIA, AYACUCHO, 2022"

Solicitante	: LUIS ALBERTO TANTA PRADO	Región	: AYACUCHO
Ubicación	: KM 18+000	Provincia	: HUANTA
Cota Terreno	: SUB RASANTE	Distrito	: ROSARIO-SIVIA
Fecha	: MAYO DEL 2022	Lugar	: ROSARIO-SIVIA

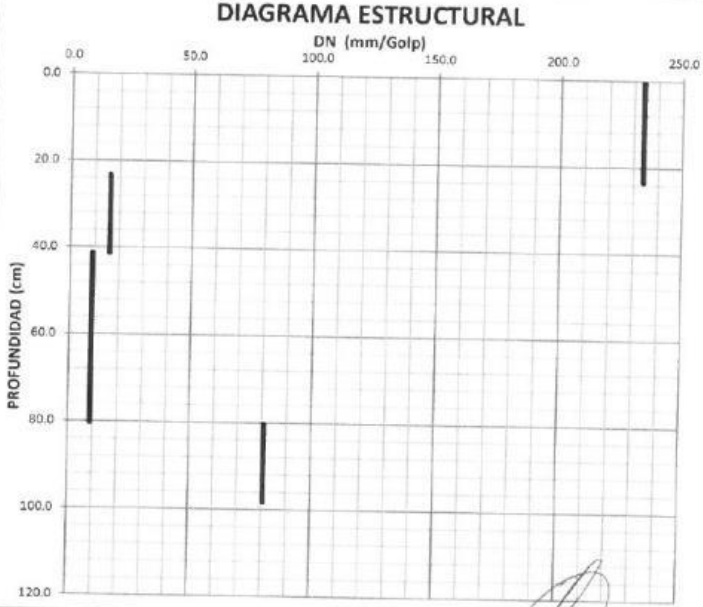
PDC-17

Número Golpes	Profund. (cm)	Número Golpes	Profund. (cm)
-	-	61.0	84.2
1.0	23.4	62.0	84.2
2.0	25.7	63.0	85.0
3.0	28.1	64.0	85.0
4.0	30.4	65.0	85.0
5.0	32.8	66.0	85.8
6.0	35.1	67.0	86.6
7.0	35.9	68.0	87.4
8.0	36.7	69.0	88.1
9.0	37.4	70.0	88.9
10.0	38.2	71.0	89.7
11.0	39.0	72.0	90.5
12.0	41.3	73.0	91.3
13.0	43.7	74.0	92.0
14.0	46.0	75.0	92.8
15.0	48.4	76.0	93.6
16.0	50.7	77.0	94.4
17.0	51.5	78.0	95.2
18.0	52.3	79.0	95.9
19.0	53.0	80.0	96.7
20.0	53.8	81.0	98.3
21.0	54.6		
22.0	56.2		
23.0	57.7		
24.0	59.3		
25.0	60.8		
26.0	62.4		
27.0	63.2		
28.0	64.0		
29.0	64.7		
30.0	65.5		
31.0	66.3		
32.0	67.1		
33.0	67.9		
34.0	68.6		
35.0	69.4		
36.0	70.2		
37.0	70.2		
38.0	71.0		
39.0	71.0		
40.0	71.8		
41.0	72.5		
42.0	72.5		
43.0	72.5		
44.0	73.3		
45.0	73.3		
46.0	74.1		
47.0	74.9		
48.0	75.7		
49.0	76.4		
50.0	77.2		
51.0	78.0		
52.0	78.8		
53.0	79.6		
54.0	80.3		
55.0	81.1		
56.0	81.9		
57.0	81.9		
58.0	81.9		
59.0	82.7		
60.0	82.7		



Profundidad (cm)	Numero de Golpes (golp)	DN (mm/golp)	CBR (%)	CBR(%) Diseño
0.0	23.4	0.0	1.0	234.0
23.4	41.3	1.0	12.0	16.3
41.3	80.3	12.0	54.0	9.3
80.3	98.3	54.0	61.0	81.0

9.9




KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130533

ANEXO D:
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

Proyecto : --

Trazabilidad : --

Solicitante : --

Exploración : --

Estrato/Nivel : --

Región/Provinc. : --

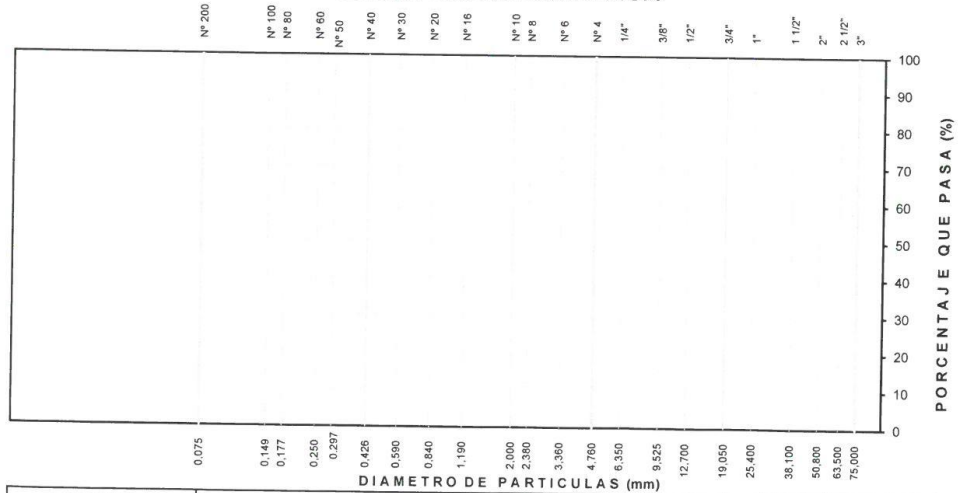
Distrito : --

Lugar : --

Fecha : --

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ	Abertura (mm)	PESO (gr)	% RETEN	% RETEN	% QUE	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
	ASTM		RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	
	3"	75.000					ENSAYOS ESTÁNDAR Peso seco inicial (gr) Peso seco lavado (gr) Pérdida por lavado (gr) Humedad (%) % Grava % Grava gruesa % Grava fina % Arena % Arena gruesa % Arena media % Arena fina % de Finos $D_{10} = D_{6(mm)} =$ $D_{30(mm)} =$ $D_{60(mm)} =$ Cu = Cc =
	2 1/2"	63.500					
	2"	50.800					
	1 1/2"	38.100					
	1"	25.400					
	3/4"	19.000					
	1/2"	12.700					
	3/8"	9.500					
	1/4"	6.350					
	Nº 4	4.760					
	Nº 8	2.360					
	Nº 10	2.000					
	Nº 16	1.100					
	Nº 30	0.590					
	Nº 40	0.425					
	Nº 50	0.297					
	Nº 100	0.149					
	Nº 200	0.075					
	Lavado						CLASIFICACIÓN AASHTO Clasificación SUCS
	TOTAL						

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

Ing. Mauricio Mormontoy Gonzales
 CIP. 57399

Pablo Esteban Valer Pacheco
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 270174

Cineth Velarde Carmona
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 180205



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

**LIMITES DE PLASTICIDAD
DE LOS SUELOS (PASANTE
LA MALLA N° 40)**

Proyecto : -:-

Trazabilidad : -:-

Solicitante : -:-

Exploración : -:-

Estrato / Nivel : -:-

Región/Provinc : -:-

Distrito : -:-

Lugar : -:-

Fecha : -:-

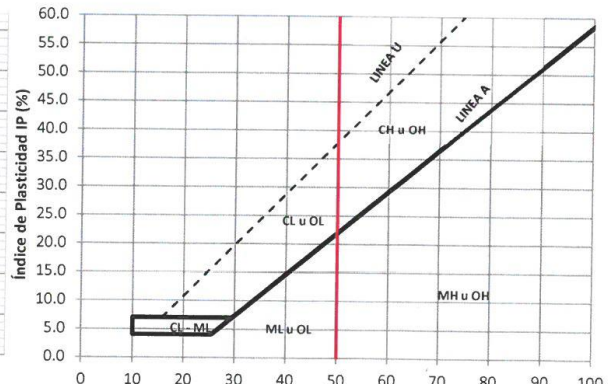
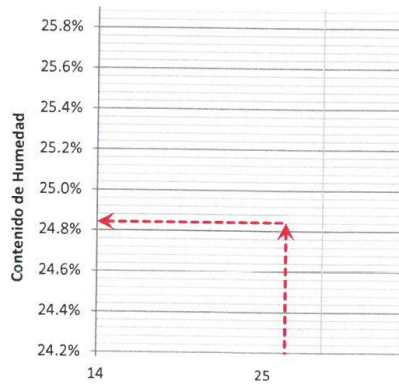
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				
LIMITE PLÁSTICO		%				

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				
7	NUMERO DE GOLPES	Nº				
LIMITE LIQUIDO		%				

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP=



[Signature]
Ing. Mauricio Mormontoy Gonzáles
CIP 57399

[Signature]
Pablo Esteban Valer Pacheco
INGENIERO CIVIL
CIP. 270174

[Signature]
Janeth Velarde Carhuas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 180205



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

Proyecto :--

Trazabilidad :--

Solicitante :--

Exploración :--

Estrato/Nivel :--

Región/Provinc. :--

Distrito :--

Lugar :--

Fecha :--

DATOS DEL ENSAYO		
------------------	--	--

Clasificación SUCS :	METODO A	
Clasificación AASHTO :	Capas :	Golpes/Capa
% Retenido acumulado malla N° 4 :	Material Pasante a usar PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	Molde (Pulg) 4	Código M2
% Retenido acumulado malla 3/4" :	Peso Molde (gr) :	Volumen :

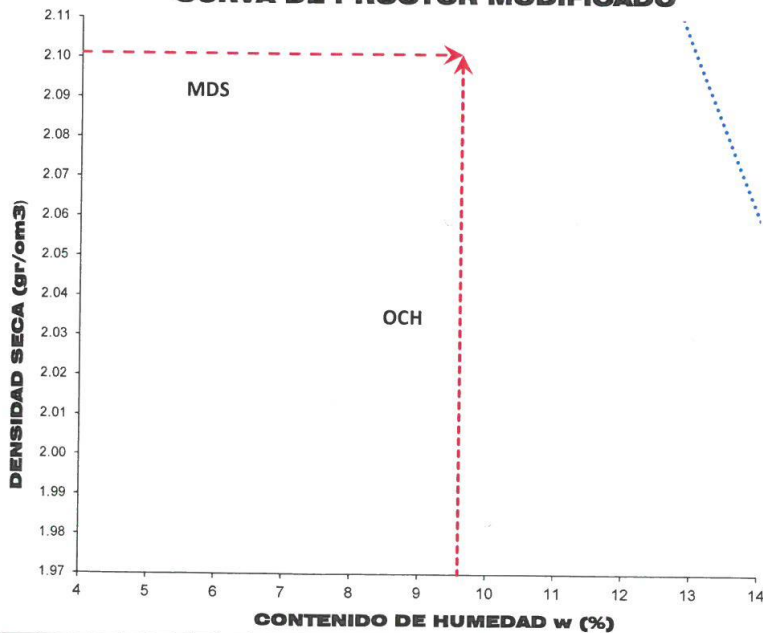
ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
------------------------	--	--	--	--	--

Determinación N°	01	02	03	04	
Peso del molde y muestra gr					
Peso de la muestra compactada gr					
Densidad húmeda gr/cc					
Densidad seca gr/cc					

CONTENIDO DE HUMEDAD					
----------------------	--	--	--	--	--

Tarro N°	01	02	03	04	
Peso tarro + suelo húmedo gr					
Peso de tarro + suelo seco gr					
Peso del tarro gr					
Peso del agua gr					
Peso del suelo seco gr					
Contenido de humedad %					

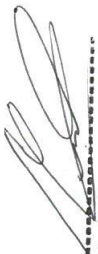
CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Optimo Contenido de Humedad (%)
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)


Yaretzi Velarde Carriñas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 180205


Pablo Esteban Valey Pacheco
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 270174


Ing. Mauricio Mormontoy Gonzales
 CIP. 57399

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC
E 1103, MTC E 1101)**

Proyecto :--

Trazabilidad :--

Solicitante :--

Exploración :--

Estrato/Nivel :--

Región/Prov :--

Distrito :--

Lugar :--

Fecha :--

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS :

Clasificación AASHTO :

MDS = gr/cm3

OCH = %

% Retenido acumulado malla N° 4 :

% Pasa acumulado malla N° 4 :

DATOS DEL MOLDEO

DOSIS									
% DE HUMEDAD	%								
DENSIDAD SECA	gr/cm3								

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días								
DIAMETRO PROMEDIO	mm								
ALTURA	mm								
RELACION H/D									
FACTOR DE CORRECCION									
LECTURA DE ENSAYO	kN								
RESISTENCIA FC	kg/cm2								
RESISTENCIA PROM	kg/cm2								

Ing. Mauricio Mormontoy González
CIP 57399

Pablo Esteban Valer Pacheco
INGENIERO CIVIL
CIP. 270174

Yaneth Velarde Carhuas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 180205



CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Proyecto : -:-

Trazabilidad : -:-

Solicitante : -:-

Exploración : -:-

Estrato/Nivel : -:-

Región/Provi : -:-

Distrito : -:-

Lugar : -:-

Fecha : -:-

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº						
CAPAS Nº	5		5		5	
GOLPES POR CAPA	56		26		12	
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO		HUMEDO		HUMEDO	
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr					
PESO DEL MOLDE	gr					
PESO SUELO HÚM.	gr					
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3					
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3					
DENSIDAD SECA	gr/cm3					
Contenido de Humedad		Humedad: inicial	final	Humedad: inicial	final	Humedad: inicial
						final
TARRO Nº	Nro.					
TARRO+SUELO HÚM.	gr					
TARRO+SUELO SECO	gr					
PESO DEL TARRO	gr					
% DE HUMEDAD	%					
HUMEDAD	%					
ABSORCIÓN	%					

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00		0.00	127.00		0.00	127.00	
4	0.00	127.00		0.00	127.00		0.00	127.00	

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000									
0.630	0.025									
1.270	0.050									
1.900	0.075									
2.540	0.100	6.9								
3.170	0.125									
3.810	0.150									
4.445	0.175									
5.080	0.200	10.35								
7.620	0.300									

Ing. Mauricio Mormontoy Gonzales
 CIP 57399

Pablo Esteban Valer Pacheco
 INGENIERO CIVIL
 CIP 270174

Yaneth Velarde Carhuas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 180205



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Proyecto : -.-

Trazabilidad : -.-

Solicitante : -.-

Exploración : -.-

Estrato/Nivel : -.-

Región/Provinc. : -.-

Distrito : -.-

Lugar : -.-

Fecha : -.-

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS : _____ AASHTO : _____

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) : _____ Optimo Contenido de Humedad OCH % = _____

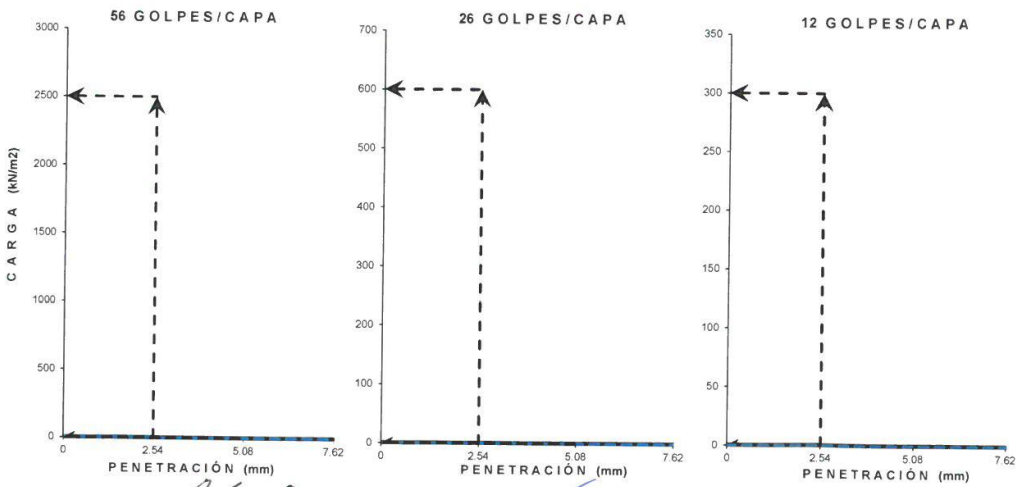
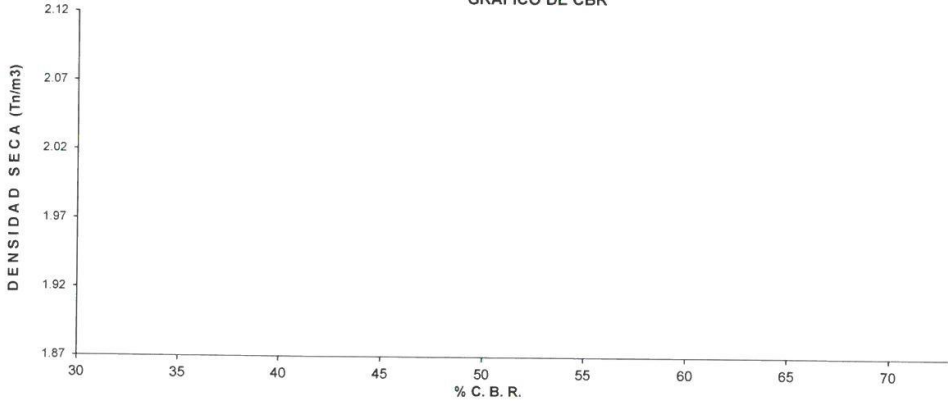
% Grava = _____ % Arena = _____ % Finos = _____ LL % = _____ LP % = _____

Expansión % = _____ Embebido (días) = _____ IP % = _____

RESULTADOS DEL ENSAYO (01ª DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = _____ CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = _____ CBR AL 90% MDS = -.-

GRÁFICO DE CBR



Ing. Mauricio Morán
CIP. 57399

Pablo Esteban Valer Pacheco
INGENIERO CIVIL
CIP. 270174

Yaneth Velarde Carhuas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 180205

ANEXO E:
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE
RECOLECCIÓN DE DATOS

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : *Velardo Carhuas, Yaneth*
 Institución donde se labora : *MTC.*
 Especialidad : *Ing Civil.*
 Instrumento de evaluación : *Análisis granulométrico, contenido de humedad, gravedad específica, peso unitario, límites de consistencia, resistencia a la compresión simple no confinada, Proctor Modificado y Ensayo CBR.*

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE(2) APECTABLE(3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Mejoramiento de subrasante en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: Mucilago de Nopal					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable Mejoramiento de subrasante de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiente	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.				X	
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Mejoramiento de subrasante					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO



Yaneth Velardo Carhuas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.R. N° 160205

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.8

Ayacucho, 04 de junio 2022

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : *Mormon Jay Gonzales Mauricio*
 Institución donde se labora : *Provias Ayacuchó*
 Especialidad : *Eng. Civil*
 Instrumento de evaluación : *Análisis granulométrico, contenido de humedad, gravedad específica, peso unitario, límites de consistencia, resistencia a la compresión simple no confinada, Proctor Modificado y Ensayo CBR.*

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE(2) APECTABLE(3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Mejoramiento de subrasante en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: Mucilago de Nopal					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable Mejoramiento de subrasante de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiente	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Mejoramiento de subrasante					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						X

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO


 Ing. Mauricio Mormontor González
 CIP 57399

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 49

Ayacucho, 04 de junio 2022

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

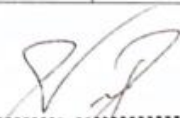
Apellidos y nombres del experto : *Valer Pacheco, Pablo Esteban*
 Institución donde se labora : *ASV Construcción e Ingeniería SAC*
 Especialidad : *Geotecnia*
 Instrumento de evaluación : *Análisis granulométrico, contenido de humedad, gravedad específica, peso unitario, límites de consistencia, resistencia a la compresión simple no confinada, Proctor Modificado y Ensayo CBR.*

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE(2) APECTABLE(3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Mejoramiento de subrasante s en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: Mucilago de Nopal					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable Mejoramiento de subrasante de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
Suficiente	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.				X	X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Mejoramiento de subrasante					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO


 Pablo Esteban Valer Pacheco
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 270174

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 30

Ayacucho, 04 de junio 2022

ANEXO F:
PANEL FOTOGRÁFICO

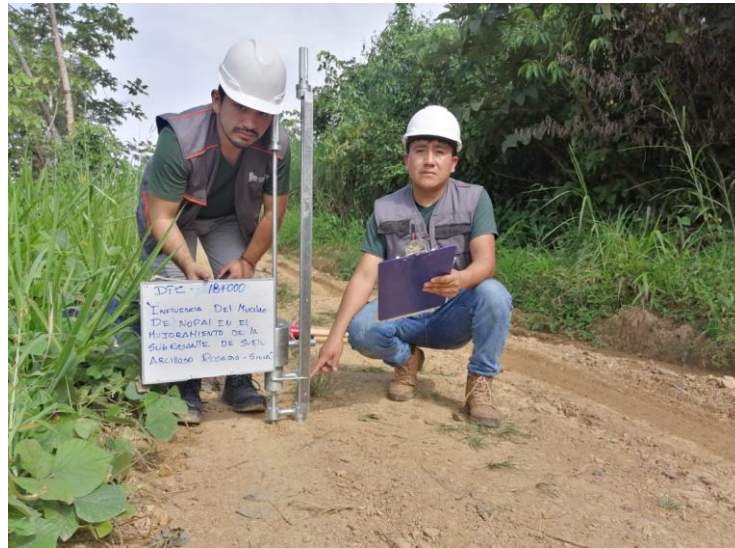


Foto 1: Ensayo de PDC -progresiva 18+000



Foto 2: Ensayo PDC – progresiva 17+500



Foto 3: Calicata 01 – progresiva 17+500

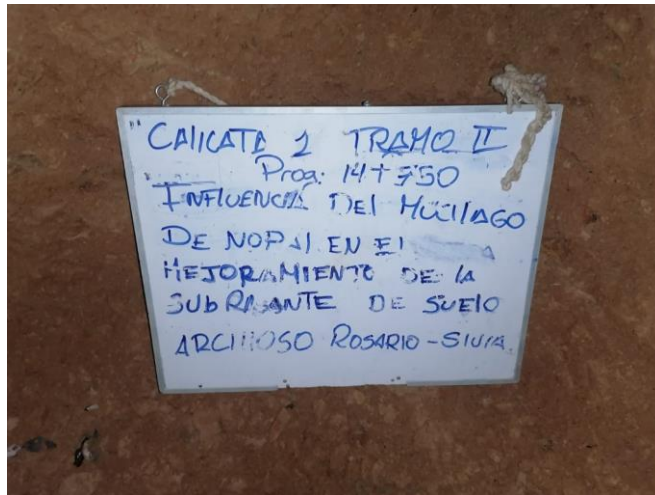


Foto 4: Calicata 02 – progresiva 14+750



Foto 5: Vista panorámica del nopal



Foto 6: *Recolección del nopal*



Foto 7: Limpieza del nopal



Foto 8: Licuado del nopal



Foto 9: Mucílago de nopal



Foto 10: Cuarteo del material calicata 4



Foto 11: Granulometría de la muestra N°2

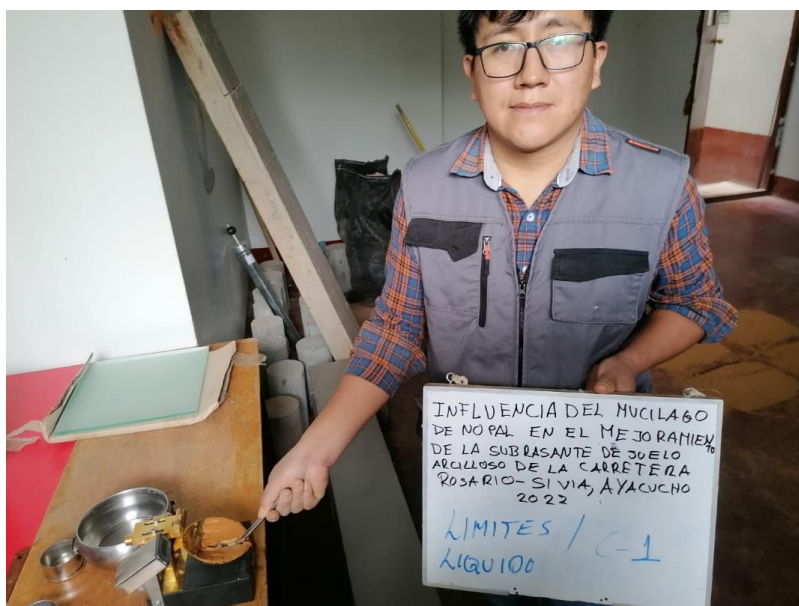


Foto 12: Límite líquido muestra N°1



Foto 13: Humedad natural de la muestra



Foto 14: Preparación de la muestra con mucílago de nopal



Foto 15: Ensayo de Proctor modificado muestra N°4



Foto 16: Preparación de la muestra para el ensayo de CBR muestra N°1



Foto 17: Preparación de la muestra para el ensayo de CBR muestra N°3



Foto 18: Preparación de las probetas para el ensayo de compresión simple



Foto 19: Ensayo de compresión simple muestra N°3 – adición de 6% de MN