



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo  
Cacatachi – Chirapa, 2019”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

AUTORES:

Sandra Melisa More García (ORCID: 0000-0003-1557-8350)  
Estela del Carmen Ydrogo Gonzáles (ORCID: 0000-0002-8140-5805)

ASESORA:

Mg. Lyta Victoria Torres Bardales (ORCID: 0000-0001-8136-4962)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TARAPOTO – PERÚ  
2019

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta tesis a toda mi familia y en especial a mis padres, el sr. Guillermo More, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo y la sr. Anatalia Garcia, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez, ellos me inculcaron valores, amor, paciencia y esfuerzo que me han permitido llegar a cumplir hoy uno de mis más grandes objetivos de vida con la bendición de dios que siempre estuvo conmigo. Todos ellos fueron parte de mi formación profesional, que, a pesar de nuestra distancia física, siempre estuvieron conmigo y sé que este momento es tan especial para ellos como lo es para mí.

### **Sandra Melisa More Garcia**

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Fernando Ydrogo y Llesy Gonzáles porque han estado siempre guiándome, aconsejándome, dándome la fuerza y motivación constante, han sido mis pilares fundamentales de principio a fin para continuar en este arduo camino, fueron quienes confiaron en mi inteligencia y capacidad para cumplir con una meta más en mi vida, a Dios porque con su sabiduría ha logrado cuidarme, protegerme y guiarme cada uno de mis pasos y con su bondad y amor me ha dado la fortaleza para continuar y terminar con éxito este largo y duro caminar.

### **Estela Del Carmen Ydrogo Gonzáles**

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y mis padres Guillermo More Y Anatalia Garcia a quienes me faltan palabras para agradecer por el esfuerzo, dedicación, trabajo y apoyo económico brindado en todo este tiempo para así no decaer antes las adversidades. También quiero agradecer a Miguel Solis por el apoyo, cariño, tiempo dedicado a mi persona.

### **Sandra Melisa More Garcia**

Agradezco infinitamente a Dios por todas sus bendiciones, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias, también quiero expresar mi gratitud a mis padres Fernando Ydrogo y Llesy Gonzales por enseñarme a no rendirme ante cualquier obstáculo, mi profundo agradecimiento para la Sra. Elizabeth Zumba por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, de igual manera quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a Mary Cruz Diaz por todo el apoyo, confianza y motivación durante todo este proceso que me permitió poder alcanzar esta meta anhelada.

### **Estela Del Carmen Ydrogo Gonzáles**

## Página del Jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por **Estela Del Carmen Ydrogo Gonzáles y Sandra Melisa More García** cuyo título es: **"Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14(CATORCE)**.

Tarapoto 11 de diciembre del 2019.



Mg. Benjamín López Cahuaza  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 73365

.....  
Mg. Benjamín López Cahuaza  
PRESIDENTE



Mg. Luis Paredes Aguilar  
CIP N° 77374

.....  
Mg. Luis Paredes Aguilar  
SECRETARIO



Mg. Lyta Victoria Torres Bardales  
Maestra Gestión Pública  
CIP 85935

.....  
Mg. Lyta Victoria Torres Bardales  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



## Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Estela Del Carmen Ydrogo Gonzáles**, identificado con DNI N° 72669477, estudiante del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: **“Estabilización de la Subrasante en Suelos Adicionando la Resina de Plátano en el Tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”**, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

### Declaramos bajo juramento que:

La tesis es de nuestra autoría.

Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, diciembre del 2019



---

Estela Del Carmen Ydrogo Gonzáles

DNI: 72669477

## Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Sandra Melisa More García**, identificada con DNI N° 76865523, estudiantes del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: **“Estabilización de la Subrasante en Suelos Adicionando la Resina de Plátano en el Tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”**, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

### **Declaramos bajo juramento que:**

La tesis es de nuestra autoría.

Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, diciembre del 2019



---

Sandra Melisa More García

DNI: 76865523

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	v
Índice .....	vii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>12</b>
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
2.2. Operacionalización de variables .....	13
2.3. Población, muestra y muestreo .....	14
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	15
2.5. Procedimiento .....	17
2.6. Métodos de análisis de datos .....	18
2.7. Aspectos éticos .....	18
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	41
Anexo 2. Tablas.....	43
Anexo 3. Figuras.....	48
Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos.....	50
Anexo 5. Procedimientos del trabajo de investigación.....	101
Anexo 6. Panel fotográfico.....	121

Anexo 7. Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	131
Anexo 8. Autorización de publicación de tesis al repositorio.....	135
Anexo 9. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	138

## Índice de Tablas

Tabla 1. Tecnicas e Instrumentos de Recoleccion de Datos .....	16
Tabla 2. Propiedades físicas y químicas de la resina de plátano (variedad bellaco) .....	19
Tabla 3. Resumen de clasificación de suelo mediante SUCS y AASHTO .....	21
Tabla 4. Resultados del Ensayo de Proctor Modificado.....	22
Tabla 5. Resultado del Ensayo de CBR.....	23
Tabla 6. Presupuesto convencional con material de préstamo y presupuesto con el 2.50% de resina de plátano. ....	24
Tabla 7. Correlaciones: Estadísticos descriptivos. ....	26
Tabla 8. Correlación lineal (de Pearson) .....	27
Tabla 9. Regresión lineal (de Pearson) .....	27
Tabla 10. Símbolos de grupo (SUCS) .....	44
Tabla 11. Tipología de suelos (SUCS) .....	44
Tabla 12. Clasificación de suelo AASHTO.....	45
Tabla 13. Características del plátano .....	46
Tabla 14. Propiedades de la resina de plátano.....	46
Tabla 15. Tamices según la Norma ASTM .....	47
Tabla 16. Categorías de la Sub – Rasante según su CBR .....	47

## Índice de Figuras

Figura 1. Regresión lineal. Estabilización de la subrasante.....	28
Figura 2. Esquema General de la planta de plátano.....	49

## RESUMEN

El presente proyecto experimental tiene como título “Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”, donde se citan las teorías concernientes al tema que primordialmente nos habla de la topografía, clasificación de la carretera, definición del suelo, métodos de clasificación del suelo, suelos arcillosos, arenosos, tipos de estabilización y composición química de la resina de plátano, subrasante, asimismo enmarcan las definiciones de los ensayos que se realizó en esta exploración como es el análisis granulométrico, contenido de humedad, Límite de Atterberg, proctor modificado y CBR. Cuyo objetivo fue determinar la estabilización de los suelos adicionando la resina de plátano en el tramo de Cacatachi-Chirapa, 2019.

Este trabajo de investigación, abarca la estabilización física de la sub rasante mediante la adición de resina de plátano en el tramo de la Cacatachi-Chirapa, por lo cual se procedió a realizar el levantamiento topográfico, estudios de suelos e información bibliográfica.

La metodología científica de la investigación fue de enfoque cuantitativo, nivel aplicada, diseño experimental. La población y la muestra estuvo conformada por los suelos arena arcillosa existentes en la carretera del tramo Cacatachi- Chirapa que se encuentra ubicada en el distrito de Cacatachi, provincia de San Martín con una extensión de 10.000 Km de longitud y 6 metros de ancho, con un área total de 60,000 m<sup>2</sup>.

Concluyendo que luego de realizar los ensayos de límite de consistencia, Proctor modificado y CBR con la combinación del suelo con la resina de plátano en porcentajes de 1.25, 2.50 y 5.00%, se determinó la estabilización de este suelo para fines de pavimentación, obteniendo resultados favorables, en el que se logró mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, donde se testifica que el suelo consigue estabilizarse con la adición del 2.50% de Resina de Plátano con referencia al peso de la muestra, logrando un CBR al 95% de 12.50%, una densidad seca de 2.06 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad de 11.00% así mismo se logró disminuir el porcentaje de expansión del suelo de 1.62% a 1.54%.

**Palabras Claves:** Resina de plátano, suelo arcilloso, suelo estabilizado, CBR, proctor modificado.

## ABSTRACT

The present experimental project is entitled “Stabilization of the subgrade in soils adding the banana resin in the Cacatachi - Chirapa Section, 2019”, where the theories concerning the topic that primarily talks about topography, road classification, are cited. Soil definition, soil classification methods, clayey, sandy soils, stabilization types and chemical composition of the banana resin, subgrade, also frame the definitions of the tests performed in this exploration such as granulometric analysis, content of humidity, Atterberg Limit, modified proctor and CBR. Whose objective was to determine the stabilization of the soils by adding the banana resin in the section of Cacatachi-Chirapa, 2019.

This research work covers the physical stabilization of the subgrade by adding banana resin in the section of the Cacatachi-Chirapa, for which the topographic survey, soil studies and bibliographic information were carried out.

The scientific research methodology was quantitative approach, applied level, experimental design. The population and the sample consisted of the clay sand soils existing on the road of the Cacatachi- Chirapa section that is located in the district of Cacatachi, province of San Martin with an extension of 10,000 km long and 6 meters wide, with a total area of 60,000 m<sup>2</sup>.

Concluding that after performing the consistency limit tests, modified Proctor and CBR with the combination of the soil with the banana resin in percentages of 1.25, 2.50 and 5.00%, the stabilization of this soil was determined for paving purposes, obtaining results favorable, in which it was possible to improve the physical and mechanical properties of the soil, where it is testified that the soil is stabilized with the addition of 2.50% Banana Resin with reference to the weight of the sample, achieving a 95% CBR of 12.50 %, a dry density of 2.06 gr / cm<sup>3</sup> with an optimum moisture content of 11.00% also reduced the soil expansion percentage from 1.62% to 1.54%.

**Keywords:** Banana resin, Clay soil, Stabilized soil, CBR, modified proctor.



## I. INTRODUCCIÓN

En la **realidad problemática**, se señala a nivel globalizado existen diversas problemáticas sobre la estabilización de suelos debido a la existencia de tipos de suelos finos en todas las zonas donde se hacen los pavimentos a causa de que poseen baja capacidad de soporte de terreno de fundación algunos son suelos de tipos arcillosos que debido a su deficiente calidad no cumplen los requerimientos técnicos. Hasta el momento, en el Perú no se ha realizado estudios que permitan estabilizar suelos finos solamente se toman propiedades químicas de otros materiales que vienen del extranjero la cual hace muy oneroso el uso, en nuestro país mayormente los suelos son inestables conformado por tipos de suelo que son de baja resistencia como los suelos arcillosos y ello conlleva un problema latente en las vías y su construcción ya que son sustituidas por enrocados, materiales de tipo granulares, entre otros tipos de rellenos de mayor resistencia y consecuentemente mayor costo. En nuestra región las vías, en su mayoría, se encuentran en zonas donde existen suelos finos (arcillas) y este tipo de material es deficiente, además las vías no pavimentadas presentan un elevado costo al momento de estabilizar este tipo de suelo, ya que las pavimentaciones dependen de la calidad de la cimentación a nivel de terreno de fundación. En la actualidad, para la construcción de vías los costos son mayores, así como su mantenimiento, a razón de su deterioro acelerado debido a diferentes factores, principalmente los factores relacionados con el clima. En el tramo de la carretera Cacatachi – Chirapa, de acuerdo a los antecedentes y nuestra visita técnica estos presentan suelos arcillosos lo cual tiene baja resistencia por lo que no soportan cargas de vehículos y esto ha causado problemas del deterioro de la carretera de penetración afirmada, esto llega a empeorar por las intensas lluvias ya que estas provocan estancamiento de aguas y filtración compuesta por las arcillas y produce asentamientos lo que hace intransitable la zona afectando las actividades económicas la población que se trasladan en sus vehículos inclusive todo lo descrito son causantes de accidentes. Se utilizaron como trabajos previos con el fin de obtener los **antecedentes**, en relación a nivel internacional: GALLARDO Romel, CUANALO Oscar y QUINTERO Leidy. *Análisis del comportamiento de suelos de alta plasticidad con la adición del material de residuo en la fabricación de ladrillo cerámico.* (Artículo científico) Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada 2017:29 (1), concluyó que: Los resultados obtenidos en esta investigación son experimentales debido a que fueron ensayados en condiciones controladas, para verificar su efectividad deberán ser comprobados en obras y/o tramos

viales. El mejoramiento de los suelos altamente plásticos puede ser elaborados de manera eficiente por la mezcla de suelo-residuo, debido a la reducción de su índice menor a 22,27%, en una dosificación de mezcla de porcentaje aceptable de 10%. Además, la densidad registra un incremento del 5,83%, esta misma densidad un incremento de dosificación de 15% y la humedad una reducción de 14,29%. En este sentido la respuesta de la mezcla no determina una muestra en una mejorar considerable, siendo el 3% como valor máximo respecto a la condición natural. El uso de materiales alternativos como el residuo de la fabricación del ladrillo permite no solo obtener una mejora en el comportamiento físico del suelo sino también contribuir a la protección del medio ambiente al poder disponer de este material evitando una posible contaminación por arrastres de sedimentos de la principal fuente hídrica de Ocaña, ciudad ubicada al norte de Santander. Como también: QUIROZ Joaquín y MAGAÑA Miguel. *Resinas naturales de especies vegetales mexicanas: usos actuales y potenciales*. (Artículo científico) Revista de Madera y Bosques 2015:21(3), concluyó que: Durante el periodo 2004-2013, las resinas vegetales tuvieron una producción de 20 000 toneladas anuales en la ciudad de México, excepto en el año del 2012 cuando superó las 65 000 toneladas. En el siguiente año, se produjeron 18 565 toneladas, 86% de estas resinas fueron generadas en la ciudad de Michoacán, 11.07% en México, 1.26% en Jalisco y el resto entre las ciudades de Quintana Roo, Chiapas, Campeche y Oaxaca (Semarnat, 2014). Son 28 familias botánicas que incluyen 79 géneros estudiados. Debido a la gran cantidad de especies que producen resinas, es necesario aplicar diferentes investigaciones para identificar sus propiedades químicas y características físicas, sus posibilidades de producción y su aplicación en diferentes industrias. Este tipo de estudios sobre las resinas naturales en la conservación del patrimonio cultural, contribuyen al desarrollo de procedimientos que no afectan la salud de los que manipulan y se sirven de las resinas naturales, ni producir residuos que produzcan daño en el entorno. Se deben implementar estudios con la participación de profesionales vinculados con estos procesos, para identificar componentes, y aprovechar las resinas y sobre todo la conservación de los recursos biológicos. Es importante conocer de manera detallada todas las características y funciones de las diversas especies en la producción de resinas, así como sus procedimientos para desarrollar actividades de comercialización, de esta manera evitar resultados como la del chicle en el sur de México, que más que contribuir al desarrollo local, solo provocó la degradación de los recursos naturales (Bancomext, 1981). Así como en Etiopía, se degradaron los recursos naturales

debido al manejo ineficiente de la explotación de resinas (Tadesse et al., 2007). Así como también: CERVANTES Rafael, BALMASEDA Carlos y FERNANDEZ Lucia. *Efecto de la pulpa de Coffea arábica L., sobre suelos del macizo montañoso Guamuhaya*. (Artículo científico) Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 2015:24(2), concluyó que: Esta investigación llegó a la conclusión de que los suelos estudiados incrementaron la agregación en sus fracciones de 3mm y 1mm de diámetro a través de aplicaciones de pulpa de café. Gracias a las pruebas realizadas sobre la resistencia e incremento del peso en agregados, los compuestos lignocelulósicos, mostraron mejores resultados al reducir contenidos de partículas en 0,25mm e incrementar el peso de fracciones agrónomicamente útiles. Con esto se puede afirmar que el trabajo con esta pulpa liberó elementos como la celulosa, la lignina, proteínas, ceras y resinas que lograron estabilizar de manera directa a su estructura, durante el proceso de integración a la fase sólida en agrupaciones con diversas propiedades. A nivel nacional, según: LEGUISAMO Julio. *Caracterización de un material compuesto de fibra de coco y matriz de resina epoxi*. (Artículo científico) Revista Ciencia e Investigación 2018:4(3), se concluyó lo siguiente: Se observó que la orientación de las fibras y el número de capas del refuerzo influye en las propiedades de resistencia, así como el módulo de elasticidad y resistencia al impacto del poli epoxido. Además, se evidenció que la carencia de zona plástica antes de la fractura y que no se coincide con un punto de fluencia definido en ambos casos. Los mayores esfuerzos máximos en el ensayo a tracción se dan en la configuración 900-00-900 con un valor 43,15% mayor que con la configuración 900-00 que indica una mayor resistencia del material, pero a su vez su módulo de elasticidad es 53,38% mayor que el material con dos aplicaciones lo que indica que es un material más rígido. Del estudio desarrollado a la tracción en el material compuesto, se realizó la configuración consistente en tres capas de fibras de coco orientadas a 900-00-900 con una fracción volumétrica de un porcentaje de 60% de resina epoxi comparado con otras configuraciones. En los resultados se estableció que las configuraciones de dos y tres capas de fibra presentaron una igual capacidad de absorción de energía, conlleva que esta energía no depende del número de capas de fibra. Así mismo: NESTERENKO Darko. *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú*. (Ponencia Internacional de Ingeniería), Universidad de Piura, Piura – Perú. 2017, concluyó que: Los caminos de CBR<30%, pueden ser estabilizados de manera no tradicional con PAM, debido a su desempeño en campo, en el aumento del CBR por encima del 20% contra los suelos en estado natural. Además, el

PAM tiene la capacidad de densificar capas granulares formados en el pavimento, debido a que se verifica un aumento de la MDD del suelo estabilizadas con PAM, frente al suelo en estado natural, presentando un incremento de 2% y de esta manera, mejorando la durabilidad del pavimento. Se verifica que la reducción del OCH versus la estabilización con PAM, presentan valores de reducción de un 8%. Este valor deduce el ahorro de agua en la ejecución de un tramo de carretera. Además, se verifica el incremento del CBR incorporando el PAM en relación a las muestras en estado natural, esto establece un incremento de 70% en promedio al 95% MDD e incrementos de 58% en promedio al 100% MDD, mostrando un mejor desempeño en las muestras con  $IP \geq 9$  y consecuentemente un aumento de su capacidad portante de pavimento y el incremento de su vida útil. Debido a la diferente entre los equipos utilizados en Australia y los equipos utilizados en Perú, en cuanto a la estabilización con PAM, respecto a esto se logran rendimientos menores en la ejecución de una obra, siendo el rendimiento en Australia en un 5000 m<sup>2</sup> y el rendimiento en Perú de unos 4000 m<sup>2</sup>. Es recomendable que el proceso realizado para la estabilización de suelos utilizando PAM, pueda ser evaluado por el MTC con la finalidad de ser incluidas a la normatividad nacional sobre estabilización de suelos. Es recomendable el análisis de la condición funcional de la vía, teniendo en cuenta la evaluación de los parámetros como IRI, desprendimiento de material particulado de un tramo de carretera estabilizado con PAM, comparando con un tramo de carretera de material natural, para de esta manera demostrar la existencia de otros beneficios de suelos estabilizados con este material. Como también: FABRE Viviana, BIZZOTTO Marcela y TIRNER Jirina. *Comportamiento Resistente de Suelos Orgánicos Estabilizados con Tanino*. (Artículo científico) Información Tecnológica 2015:21(2), concluyó que: En todos los casos del presente artículo, se mejoró la mecánica del suelo desde la estabilización con resinas formadas con agua, formol y tanino. La resina a base de TUPAFIN es la que mostró mejor comportamiento. El producto QS es la menos eficiente, ubicando al PEN (Polvo de Extracto Natural) con valores cercanos a la primera. Entre ellas se ubica la de Polvo de Extracto Natural (PEN), con valores cercanos a la resina a base de TUPAFIN. Los tiempos de curado crecientes, permitieron mejores resultados en los casos presentados, sin embargo, son más evidentes para las mezclas SONPEN y SONTUP. Estos resultados determinaron la posibilidad de determinar el uso de material estabilizado en aplicaciones que exceden al campo vial, como por ejemplo la fabricación de ladrillos, baldosas, tejas) para viviendas no convencionales. Por lo tanto, a nivel

nivel local, según: PEREZ Villy. En su trabajo de investigación titulado: *Influencia de la mezcla del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz para mejorar la sub rasante de la carretera puerto los Ángeles Playa Hermosa, provincia de Moyobamba - San Martín - 2017* (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba – Perú. 2017, concluyó que: Para dosificar el suelo, el CL debe ser de 6% para cemento portland y 15% de CCA, para un ML debe ser de 6% de cemento portland y 10% de CCA, finalmente, para CH es de 6% de cemento portland y 20% de CCA. Los resultados en ensayos de CBR, verificaron que la combinación de cemento portland y la CCA influye notablemente en la resistencia de los suelos, llegando a un CBR de 60,43% establece que puede ser utilizada como subrasante. De igual forma: PEZO Lenin. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis de la influencia del uso de fibras del tallo de piña Golden en el refuerzo del adobe de Morales, San Martín, 2016*. (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Morales – Perú. 2017, concluyó que: Por las propias características del adobe que es resistente al interperismo se debe realizar un mantenimiento constante. La comprensión del material es el mejor instrumento para analizar los problemas del deterioro y dar las soluciones en la presente investigación. Las ventajas y desventajas llevaron a determinar que deben eliminarse los procesos de deterioro y deben repararse a la brevedad, para esto es necesario conocer el material del cual fue elaborado el adobe para determinar su tratamiento y reparación. Del mismo modo: COBA Sofia. En su investigación titulada: *Influencia de la mezcla del romerillo con material ligante arcilloso en la estabilización del afirmado del tramo: El Porvenir y el sector Tamboyacu, distrito Elías Soplín Vargas, Rioja - San Martín, 2017* (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba – Perú. 2018, concluyó que: Se obtuvieron mejoras sobre la estabilización del suelo al realizar el proceso de dosificación constituida por 0.85 de índice en romerillo y 0.15 de índice en material arcilloso, estos resultados favorecieron a la granulometría e índice de plasticidad, así mismo en los ensayos del CBR y del Proctor modificado. El costo de la aplicación de material ligante arcilloso y romerillo minimiza el costo a diferencia de utilizar solo romerillo. A continuación, en las **teorías relacionadas al tema**, tenemos como conceptos los siguientes términos: Según GARCIA, ROSIQUE y SEGADO (1994) refieren que la topografía : Se precisa desarrollar una representación clara y fidedigna del terreno en un estudio de ingeniería que de acuerdo al trabajo topográfico se establecen 2 fases que son las siguientes: El levantamiento topográfico, es el proceso de tomar mediciones en el lugar de desarrollo de un proyecto civil con el propósito de conseguir

como resultados un plano topográfico. La siguiente fase consiste en emplear técnicas topográficas con la finalidad de replantear la primera fase si fuese necesario. Para el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2014) clasifica los terrenos predominantes de la siguiente manera: Terreno plano; Sus pendientes transversales y el eje de una vía son  $\leq 10\%$  y sus pendientes longitudinales  $< 3\%$ , este tipo de terreno presenta mínimo movimiento y mínimas dificultades de trazado. Terreno ondulado: Su pendiente transversal y el eje de una vía  $\geq 11\%$  y  $\leq 50\%$  y su pendiente longitudinal  $\geq 3\%$  y  $\leq 6\%$ , este tipo de terreno presenta movimiento moderado y pocas dificultades de trazado. Terreno accidentado: Su pendiente transversal y el eje de una vía  $\geq 51\%$  y  $\leq 100\%$  y su pendiente longitudinal  $\geq 6\%$  y  $\leq 8\%$ , este tipo de terreno presenta movimiento y dificultades de trazado. Terreno escarpado: Su pendiente transversal y el eje de una vía  $> 100\%$  y su pendiente longitudinal  $> 8\%$ , este tipo de terreno presenta un máximo movimiento y grandes dificultades de trazado. Suelos, según: CRESPO (2004) establece que los suelos son fundamentales para la ejecución de construcciones, a la estabilización al proceso de mejorar las condiciones de los suelos, con las características de mayor durabilidad durante la ejecución de las obras. Como también: BRAJA (2013) indicó que el suelo está integrado de minerales y materia descompuesta, que contienen gas y líquido. El suelo se utiliza de manera fundamental como material en las construcciones en los proyectos de ingeniería y cimientos estructurales (p. 1). En cuanto a los Métodos de Clasificación de Suelos, para clasificar suelos de manera adecuada se debe hacer ensayos básicos de granulometría y límites de Atterberg (MORALES, 2015, p.27). Según BRAJA (2013) establece que existen dos métodos de tipificación de suelos como son: el SUCS y el AASHTO (p.78). Con el Sistema unificado de clasificación de suelos BRAJA (2008) manifestó: que se recomienda conocer la información sobre la cantidad de grava (76.2 mm en malla número 4), la cantidad de arena (supera la malla número 4 hasta la número 200) y el índice de plástico y límite líquido (supera la malla número 40). Por lo que se puede observar una ilustración en el Anexo N°02: Tabla 1 y Tabla 2. Para el sistema de clasificación AASHTO, BRAJA (2013) clasifica al suelo en 7 grupos, se consideran suelos granulares de A-1 a A-3 y el 35% de partículas pasa por la malla N°200, los que superan estos límites se consideran suelos limo-arcillosos y son clasificados de A-4 a A-7, esta clasificación se establece según granulometría y plasticidad del suelo. Asimismo, los suelos arcillosos se caracterizan por tener partículas muy diminutas (menor a 0,005mm), además posee propiedades que cuando se mezcla con agua se convierte en

plástico (CRESPO, 2004, p.22). Por lo tanto se puede evidenciar un mayor detalle en el Anexo N°02: Tabla 3. Los suelos arenosos según CAÑAR (2017) manifiesta que este tipo de suelos provienen del proceso de erosión de las rocas, estos poseen colores azul, gris y rosa, además existen suelos arenosos de origen volcánico de color negro (p.6). Para BEHAK y PEREZ (2008) exponen que los suelos arenosos en mayor parte no contienen características apropiadas como materiales de capas de base o sub-base de pavimentos (p.16). En cuanto a la estabilización de suelos consiste en fortalecer la resistencia mecánica del suelo durante un largo tiempo, de acuerdo al manual de carreteras (2013), a este proceso le precede el proceso de compactación, existen diferentes técnicas utilizando agentes estabilizantes, así como utilizar el proceso de la compactación, además, la estabilización como proceso físico químico pretende perfeccionar las características mecánicas del suelo. (NORMA CE.010, 2010, p.41). Describiendo la estabilización física este proceso se realiza para mejorar la estructura del suelo en cuanto a sus propiedades físicas (DE LA CRUZ y SALCEDO, 2016, p.24). Con la estabilización química utilizamos sustancias químicas que permitan que su uso involucre el reemplazo de iones metálicos generando reestructuración del suelo. (DE LA CRUZ y SALCEDO, 2016, p.25). En cuanto a la estabilización mecánica esta solo se producen cambios mecánicos para mejorar considerablemente las propiedades del suelo. (LLIQUE, 2014, p.30). La resina de plátano según RODRIGUEZ (2017) nos refiere que: la resina de plátano es un producto obtenido en la etapa final de la extracción del plátano que posee la forma de líquido viscoso al obtener el material de la resina de plátano en líquido se procedió a mezclar con la muestra patrón para poder de esa manera realizar todos los ensayos correspondientes. Por lo que se puede observar una ilustración en el Anexo N°02: Tabla 4. La obtención de la resina de plátano en el que RODRIGUEZ (2017) manifestó: Que nuestro país y región la resina se podrá extraer del tallo de plátano, la materia prima se recolecta en terrenos de agricultores en la localidad, se lleva al laboratorio, después de ser separada del tallo, ya que, al tallo en este trabajo no le vamos a dar utilidad. Por lo tanto se puede evidenciar con mayor detalle en el Anexo N°02: Tabla 5. El presente estudio se centró el desarrollo de los tratamientos físicos y químicos de la resina de plátano obtenidos del tallo y de esa forma se aplicaría en el suelo de la subrasante para la respectiva estabilización.



Además, RODRIGUEZ (2017), se refiere a que, en el Perú, la resina de plátano es considerado una posible potencia de exportación de plátanos, las cuales son producidas en las regiones del sur del país. Por el año 2013, esta producción fue de 2 113 806 de toneladas, con una superficie de 164 995 hectáreas. Por lo que se puede observar una ilustración en el Anexo N°03: Figura 1. La subrasante en el que MONTEJO (2002) manifestó: Que la calidad de la subrasante depende del espesor del pavimento. En ella se emplea una evaluación de la capacidad de resistencia a deformaciones por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito. Los cambios de la sub rasante (a nivel de volumen) ocasionan daños a su estructura por lo que se debe considerar la impermeabilización del suelo. Según (AASHTO, 1993, p.4), manifiesta: Que la subrasante posee la función de brindar un apoyo uniformemente razonable, considerando cambios poco relevantes en el valor del soporte. Según el MTC, año 2013, establece que para determinar características físicas mecánicas de la sub rasante debe realizarse con exploraciones de las calicatas de 1,5m de profundidad, su número mínimo depende por el tipo de la carretera. (p.26). Para los ensayos de laboratorio ASTM INTERNATIONAL (2007) sostuvo: Que el análisis granulométrico está representado en su distribución al tamaño de sus partículas en el suelo tiene como medida el porcentaje relacionado al peso total de cada muestra seca. El diámetro de partículas del suelo resulta indivisible mediante una fuerza moderada (p.12). Por lo cual se evidencia para mayor detalle en el Anexo N°02: Tabla 6. El contenido de humedad obtenida a través de ensayos de proctor para la obtención de CBR del suelo, para este proceso se debe determinar la humedad natural con el ensayo MTC E 108. (MANUAL DE CARRETERAS, 2013, p.39). El límite de atterberg se encuentra en estado: sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el límite de atterberg permite determinar la plasticidad de los tipos de suelo, por esta razón se observa el grado de humedad, además en el proceso se determina la plasticidad del suelo, si esta es inestable o adecuada (ASTM INTERNATIONAL,2007, p.36). El limite liquido llamado también L.L., es la medida de la humedad del suelo con relación a su peso, con este porcentaje se determina la fase donde el suelo pasa de líquido a plástico, este último posee poca resistencia al esfuerzo de corte, con límite líquido de 25g/cm<sup>3</sup>. La cohesión del suelo es el límite neto que tiende a cero (CRESPO, 2004, p.70), cuando este logra moldearse pasando de semilíquido a plástico se designa con límite líquido. (manual de carreteras y suelos, 2013, p.39). El limite plástico llamado también L.P., es la medida de la humedad del suelo en porcentaje con relación a su peso escurrida por un horno, de esta manera el suelo pasa de semisólido a plástico. (CRESPO, 2004, p.76). El L.P. suele ser presuntoso por su



contenido orgánico elevando su valía sin incrementar el L.L. (CRESPO, 2004, p.78). Según BRAJA (2008) el L.P. es el contenido de agua del suelo el cual se desintegra cuando elaboras rollos de 3,2mm de diámetro, de igual manera se define como el límite mínimo de la etapa de plástico del suelo. (p.29). El proctor modificado tiene el propósito de establecer la cantidad adecuada de agua en el suelo se aplica el Proctor modificado, el cual admite un mejor proceso de compactación (SANZ, 1975, p.40). La diferencia entre el Proctor Estándar y el Modificado radica en la energía empleada en el proceso de compactación, lo que genera una mayor reducción en el porcentaje de vacíos (ASTM INTERNATIONAL,2007, p.45). Para CARRASCO (2017), se define como la prueba que permite encontrar el grado de humedad requerida para evaluar la compactación del suelo, para este proceso se realiza una serie de golpes que varían en 5 capas con la finalidad de encontrar la densidad (p.18). Para el Ensayo california bearing ratio (CBR) MANUAL DE CARRETERAS (2013) sostuvo: Los suelos con CBR mayor o igual al 6% son considerados materiales aptos para la subrasante, cuando no se cumple esta condición se procede a estabilizar el suelo, el ensayo CBR establece en medir la resistencia al punzamiento de un suelo sobre probetas confeccionadas por el ensayo Proctor, los resultados son comparados con un valor patrón de referencia. Cuanto mayor sea el CBR, el suelo posee mayor capacidad portante. Por lo tanto se puede observar una ilustración en el Anexo N°02 : Tabla 7. El ensayo de CBR sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante (ASTM INTERNATIONAL,2007, p.86). El CBR tiene por finalidad establecer la capacidad de carga del suelo para soportar estructuras en la carretera, donde recorren con cargas móviles (VALERO, 1987, p.50). El CBR en el que CRESPO (2014) manifestó: Que es un valor porcentual de resistencia al corte en condiciones de humedad y compactación, este es un valor de carga requerido para insertar un pistón en una sección circular de una muestra del suelo con el triturado ideal de piedras. (p.112). Con respecto a la **formulación del problema**, se concentró en el **problema general**: ¿La adición de la resina de plátano permitirá estabilizar la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019?. Para los **problemas específicos** se expresó: ¿Cuáles son las propiedades físico químicas de la resina de plátano para estabilizar la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019? ¿Cuál es la clasificación del suelo mediante SUCS y AASHTO en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019? ¿Cuál es la máxima densidad seca para estabilizar la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019? ¿Cuál es el valor relativo de soporte (CBR) para estabilizar la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano al 1.25%,

2.50%, 5.00% en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019? ¿Cómo elaborar el costo para estabilizar la subrasante en suelos con la adición de la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa - 2019?, no obstante la **justificación del estudio** se jerarquiza en la **justificación teórica** donde la investigación presenta como marco teórico, la adición de la resina de plátano en la estabilización de subrasante de suelos arcillosos, con la finalidad de analizar los efectos que provoca la mencionada estabilización por ende sostiene sus bases teóricas en las Normas Técnicas Peruanas, Norma CE.010, Norma CE.020, Normas ASTM, CAPECO, Manual de Carreteras, Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, Manual de Ensayo de Materiales. En seguida la **justificación práctica** que a través de la obtención de los resultados correspondientes de la investigación se podrá plantear una alternativa de mejoramiento a la subrasante con la resina de plátano de esa manera tendrá una mejor transitabilidad y también para que las empresas constructoras, municipios y otras entidades correspondientes a la construcción puedan influir como un método innovador para el mejoramiento de las vías que se encuentran en mal estado. Así como también, la **justificación por conveniencia** donde la presente investigación se desarrollará debido a la gran diversidad de suelo y la gran cantidad de producción de plátano que posee esta parte del Perú y también por considerarse un tramo accesible ya que tiene la fácil extracción de la resina de plátano en la zona. Por lo tanto, la **justificación social** en donde los beneficiarios son las 3,327 personas que habitan en Cacatachi y también los pobladores del Centro Poblado de Chirapa, esto conlleva a que tendrán una mejor transitabilidad, además les permitirá a las unidades ejecutoras de proyectos en nuestra región acceder a un referente innovador para mejorar la transitabilidad de los habitantes de Cacatachi. En tanto la **justificación metodológica** dentro del proceso enfocado en cumplir los objetivos de esta investigación se encuentra el uso del software S10 para la elaboración de Costo y Presupuesto además el uso de herramientas tecnológicas validadas como son el AutoCAD, AutoCAD Civil 3D y Microsoft Excel. De modo que se procedió a identificar los **objetivos** como el principal tenemos el **objetivo general**: Estabilizar la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019. Derivando en los **objetivos específicos**: Evaluar las propiedades físico químicas de la resina de plátano para la estabilización de la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa – 2019. Asimismo, Clasificar el suelo mediante SUCS y AASHTO en el tramo Cacatachi - Chirapa – 2019. Como, Evaluar las características de la máxima densidad seca adicionando la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% para la estabilización de la subrasante en suelos en el

tramo Cacatachi - Chirapa – 2019. Por lo tanto, Evaluar las características mecánicas del valor relativo de soporte (CBR) adicionando la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% para la estabilización de la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa – 2019. Entonces, Determinar el costo para la estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina del plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa - 2019. De esta manera la **hipótesis** se formuló la **hipótesis general**: Se estabilizará la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019. Por lo tanto, las **hipótesis específicas** son las siguientes: Las propiedades físico químicas de la resina de plátano beneficiarán la estabilización de la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019. Asimismo, En el tramo Cacatachi - Chirapa existirá suelos de tipo arena arcillosa. Como, La adición de la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% mejorará la máxima densidad seca del suelo en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019. Por lo tanto, La adición de la resina de plátano al 1.25%, 2.5%, 5.0% aumentará el valor relativo de soporte (CBR) del suelo en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019. Entonces, El costo se realizará de acuerdo a los parámetros de CAPECO para la estabilización de la subrasante de suelos adicionando la resina del plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa – 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipos de investigación

CARRASCO (2005) manifestó que la investigación aplicada, denominada también empírica o práctica, busca la aplicación de conocimientos para la resolución de un problema real, además se utilizó los conocimientos del uso de la resina de plátano para realizar un proceso de estabilización de la subrasante en el tramo Cacatachi - Chirapa en el año 2019.

#### Diseño de Investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2010) manifestaron que un diseño pre experimental establece la manipulación de la variable independiente para someter a determinadas condiciones o grupo de individuos con la finalidad de establecer sus efectos en la variable dependiente.

GE(1): X1(1.25%) O1(7d) ( 03 ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes)

GE(2): X2(2.50%) O2(7d) ( 03 ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes)

GE(3): X3(5.00%) O3(7d) ( 03 ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes)

GC(0) X0(0.00%) O(7d) ( 03 ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes)

**GE:** Grupo de Experimental

**GC:** Grupo de control (Muestra Patrón Calicata N°02)

**X1:** Estabilización de la subrasante con adición de resina de plátano al 1.25%

**X2:** Estabilización de la subrasante con adición de resina de plátano al 2.50%

**X3:** Estabilización de la subrasante con adición de resina de plátano al 5.00%

**O1, O2, O3:** Medición a la resistencia de CBR.

**Variable independiente:** Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano.

**Variable dependiente:** Ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes.

## 2.2. Operacionalización de variables

Variable 01	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: <b>Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano.</b>	Estabilización de subrasante: es el proceso mediante el cual, se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades. (VALLE, 2010, p.22). Las resinas poseen la capacidad de intercambiar iones entre una fase sólida y una fase líquida de forma reversible. (RODRIGUEZ, 2017, p.20).	La resina de plátano está basada en el método cuantitativo esta aplicado para la estabilización de suelos lo cual ayudara a mejorar la transitabilidad del terreno natural.	Propiedades físicas y químicas	- Ensayos químicos (PH, Cloruro, Sulfato Sales Solubles Totales, Alcalinidad).	Intervalo

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.

<b>Variable 02</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
Variable dependiente:  <b>Ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes.</b>	El ensayo de CBR fue propuesto por la división de Carreteras de California en 1929, cuyo objetivo fue darle una clasificación a la capacidad del suelo para ser usado en la subrasante o material de suelo base, en la estructura de una carretera. Este ensayo tiene la finalidad de medir la resistencia al corte de suelo bajo un estado de densidad y humedad controladas (BOTIA, 2015, p.133).	Para realizar el ensayo se hace previamente una mezcla de muestra de suelo con la cantidad de agua requerida para adquirir la humedad óptima, conseguida en el ensayo de Proctor, luego se compacta al 95% de la máxima densidad seca, seguidamente se realiza el ensayo de CBR, donde se coloca el pistón metálico encima de la muestra y se penetra hasta el fondo del molde manteniendo una velocidad constante. Antes de calcular la resistencia de penetración, se confeccionan 3 probetas las cuales son saturadas por tiempo de 96 horas para simular las condiciones de trabajo. Después son sometidas a distintas energías de compactación, a 13, 25 y 56 golpes.	Tipo de suelo  Densidad seca máxima al 1.25%, 2.50%, 5.00%.  Capacidad y resistencia del suelo al 1.25%, 2.50%, 5.00%.  Costos (Software S10)	- Análisis granulométrico y límites de consistencia.  - Limite líquido y limite plástico.  - Proctor Modificado.  - Ensayo de CBR.  - Metrados - ACU. - Presupuesto.	Intervalo

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.

### **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **Población**

RANGEL y GILER (2010) establece que la población es el total de las unidades de análisis que forman parte de un determinado fenómeno y que puede cuantificarse (p. 176).

La población está dada por todos los suelos a nivel subrasante ubicados en el departamento de San Martín. La subrasante de estudio será en la carretera de Cacatachi – Chirapa, en el distrito de Cacatachi, provincia de San Martín y departamento de San Martín con una longitud total de 10.00 km.

### **Muestra**

TAMAYO (2012) manifestó: “Una muestra es un subconjunto de la población, que se obtiene para investigar las propiedades o características de toda la población” (p. 176).

La muestra que se analiza es la subrasante de la carretera Cacatachi – Chirapa que contempla los 4.00 km cuya carretera a nivel de subrasante tiene contenido de arena arcillosa por lo que se puede decir que tiene baja capacidad portante, el tramo de muestra se encuentra entre el Km 2+000 hasta el Km 6+000, que comprende 4.00 km este tramo se consideró el más crítico y lo cual se requirió realizar 1 calicata cada un 1.00 km cabe resaltar que las calicatas serán de 1.50 metros de profundidad para la toma de muestra de suelo y dicha evaluación se considera como objeto de investigación ya que a esta se le adicionara la resina de plátano en porcentajes de 1.25%, 2.50%, 5.00%, teniendo como referencia las NTP, Norma CE.010, Norma CE.020, Normas ASTM, CAPECO, Manual de Carreteras, Manual de Ensayo de Materiales.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnica.**

#### **Técnicas de investigación**

ROJAS (2002) Conjunto de procedimientos para orientar la construcción de los instrumentos para la recolección de datos. (p.178).

#### **Instrumento de la investigación**

Para MENDOZA (2014), los instrumentos son mecanismos para recoger información de una realidad determinada. (p.6).

Para el presente estudio se hizo uso del laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la Universidad Nacional de San Martín, ya que cuenta con los formatos de ensayos y equipos estandarizados, válidos y confiables.

**Tabla 1.**

*Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

<b>Técnicas</b>		<b>Instrumento</b>
Propiedades físicas y químicas de la resina de plátano.	Formato de ensayos de laboratorio	Clasificación (SUCS) ASTM D – 2487.
Tipo de suelo según clasificación	estandarizados y validados,	Clasificación (AASHTO) ASTM D – 3282.
Densidad seca máxima del suelo	Universidad Nacional de San Martín.	Granulometría ASTM D-422
Capacidad del Suelo (CBR).	Equipos y materiales del laboratorio de mecánica de suelos.	Límite Líquido ASTM D-4318.
Costos (Software S10)	Equipos	Limite Plástico ASTM D-4318.
		Proctor Modificado ASTM D-1557.
		CBR ASTM D-1883.
		Norma Técnica Peruana.

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.

**Validez y Confiabilidad**

OSPINO (2004) lo define como la medición de una variable que es evaluada en un instrumento (p.168). Para este estudio no fue necesario la validación de expertos para los instrumentos a utilizar, ya que los formatos están en función a la NTP las cuales son válidos y confiables puesto que los equipos cuentan con certificado de calibración lo cual ha sido validado por el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad César Vallejo.



RANGEL Y GILER (2010) “La confiabilidad quiere decir que cuando se utiliza un instrumento o equipo de diferentes ocasiones y nos arroja resultados coherentes o una medida a precisión y que sea confiable de forma consistente” (p. 163).

Para garantizar la confiabilidad, los instrumentos a utilizar serán calibrados antes de ser utilizados para los ensayos de mecánica de suelos y topografía, tiene que existir una ficha técnica o certificación que nos garantice la seguridad que están calibrados.

## 2.5. Procedimiento

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), el estudio de los datos se basa en informes de patrones de caracteres en estudios cuantitativos (refiriéndose a estadística e inferencial) y cualitativos (codificación y corroboración temática). (p.586).

**Levantamiento topográfico:** Va abarcar el levantamiento topográfico que se realizará con GPS, Nivel de ingeniero y Estación Total para exportar datos al programa civil 3D para el cálculo geométrico del terreno.

**Clasificación según SUCS y AASHTO:** Se realizó su clasificación de acuerdo Normas; Clasificación (SUCS) ASTM D – 2487, Clasificación (AASHTO) ASTM D – 3282 y Granulometría ASTM D-422.

**Máxima Densidad Seca:** Será realizado mediante ensayo según lo indicado en la Norma ASTM D-1557 y de acuerdo a los formatos respectivos.

**Valor Relativo de Soporte (CBR):** Será realizado mediante ensayo según lo indicado en la Norma ASTM D-1883 de acuerdo a los formatos respectivos.

**Propiedades físico químicas de la resina de plátano:** Va a comprender los ensayos físicos y químicos de la resina de plátano para saber las propiedades del material y en qué manera influenciará en la estabilización de subrasante y se registrará de acuerdo a las especificaciones técnicas que indica la Norma Técnica Peruana.

**Determinar el Presupuesto:** Se realizará el presupuesto considerando el respaldo de la Norma Técnica de Metrados CAPECO.

## **2.6. Métodos de análisis de datos**

A fin de contar con una mejor interpretación de los resultados obtenidos, se realizó el procedimiento de datos mediante tablas a través del software Microsoft Excel, de dicho modo finalmente se determinó la validación de las variables en la investigación con la correlación de Pearson a través del programa IBM SPSS Statistics 22.

## **2.7. Aspectos éticos**

En este estudio se consideró la norma ISO 690-2 que nos permitió citar lo expuesto respetando los valores éticos y los derechos de autores obtenidos a partir de los artículos científicos, normas, libros, tesis y revistas empleadas. De la misma manera los investigadores aseguran la veracidad y autenticidad de los resultados adquiridos con la recolección de datos y procesados con el paquete ofimática Microsoft Excel 2013, así como de los ensayos de laboratorio.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Propiedades físico químicas de la resina de plátano.

**Tabla 2**

*Propiedades físicas y químicas de la resina de plátano (variedad bellaco).*

DESCRIPCIÓN	RESINA DE PLÁTANO	METODOLOGÍA
<b>Propiedades Físicas</b>		
Humedad %	96.920	AOAC 930.15
Densidad gr/cm <sup>3</sup>	6.350	AOAC 945.06
Sólidos solubles ppm	1.070	NTC 4624 REFRACTO
Acidez Titulable mg/100 g	1.658	NTC 4623 REFRACTO
Azúcares reductores g/L	3.200	UV-VIS HP-845
Cenizas %	0.298	AOAC 942.05
Perfil Cristalino	Cambio de Color	DIFRACTOMETRO
PH	6.310	NTC 4592
<b>Análisis Químico</b>		
Ca ppm	90.500	ESPECTROFOTOMETRO
Fe	85.500	ESPECTROFOTOMETRO
Mg ppm	81.900	ESPECTROFOTOMETRO
Almidón %	7.310	ESPECTROFOTOMETRO
K ppm	151.000	ESPECTROFOTOMETRO
Na ppm	82.500	ESPECTROFOTOMETRO
Zn ppm	22.850	ESPECTROFOTOMETRO

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UNSM – Tarapoto

#### **Interpretación:**

De acuerdo a los resultados que se obtuvo, la muestra contiene un mínimo porcentaje de sólidos solubles, mientras que para la densidad existen observaciones. El pH encontrado fue de 6,31%, generalmente en muestras de origen biológico, mientras que la acidez titulable <1,658mg ácido málico/100 g de muestra para la resina, esto indica que se encuentran en forma ácida. El contenido de azúcares reductores es 3.20 g/L, la resina está compuesta mayoritariamente por agua, como lo indica la humedad

del 96,92%, el almidón, los azúcares reductores y otros polisacáridos hacen parte de estos. El porcentaje de cenizas se relaciona con la presencia de cationes minerales 0,298. Según los resultados el mineral más abundante es el K y el contenido de los otros minerales es normal para este tipo de muestra vegetal, además se percibió cambios en la coloración, se observó la formación de un precipitado blanco lo que ameritó su análisis. El análisis de sólidos sedimentables permitió la cuantificación de la cantidad que precipita de la muestra, correspondiendo a un promedio 5.25 ml / lt +/- 0.89 ml / lt..

### **3.2 Clasificación según SUCS y AASHTO.**

Se realizó los ensayos respectivos; contenido en humedad, granulometría, límites líquido y límite plástico, todo esto se clasificó mediante SUCS y AASHTO. Por lo que se desarrolló la clasificación del suelo,

#### **a) Clasificación SUCS**

Se consideró la granulometría, de acuerdo al porcentaje de suelo que pasaron por las mallas número 4 al número 200 y las propiedades plásticas.

#### **b) Clasificación AASHTO**

Se utilizó el suelo en porcentajes, que pasaron por la malla número 10, número 40 y número 200; las propiedades plásticas y índice de grupo (IG). Para conocer la calidad del suelo y utilizar como material de subrasante de una carretera es necesario saber el IG, esto está en función al L.L., L.P. y el porcentaje que paso por la malla número 200.

**Tabla 3***Resumen de Clasificación de suelo mediante SUCS y AASHTO.*

<b>CALICATA</b>	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>	<b>C-04</b>	<b>C-05</b>
Prof.	1.70 m	1.70 m	1.70 m	1.70 m	1.70 m
Progresiva (km)	km 2+000	km 3+000	km 4+000	km 5+000	km 6+000
Malla N° 4	99.93%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Malla N° 10	99.73%	99.33%	99.35%	99.37%	99.95%
Malla N° 40	91.85%	89.71%	89.74%	80.69%	87.42%
Malla N° 200	40.18%	41.76%	36.07%	37.91%	43.52%
Límite Líquido	31.20	31.55	25.52	24.41	25.83
Límite Plástico	22.00	22.10	16.16	16.69	16.99
Índice de Plasticidad	9.20	9.45	9.36	7.72	8.84
SUCS	SC	SC	SC	SC	SC
AASHTO	A-4(1)	A-4(1)	A-4(1)	A-4(1)	A-4(1)

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UNSM – Tarapoto**Interpretación:**

De acuerdo los resultados correspondientes a la clasificación SUCS se determinó que la C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, menos de la mitad de muestra del suelo pasan por la malla N° 200 (apertura 0.074 mm) por lo tanto se clasificó como suelo (SC); por lo que la C-2 fue estimada como el suelo más deficiente con los valores correspondientes L.L.=31.55%, L.P.=22.10%, Índice de Plasticidad (IP)=9.45%, por lo que se clasificó como arena arcillosa (SC).

En AASHTO la C-1, C-2, C-3, C-4, C-5 se evaluó los porcentajes de suelo que pasaron por la malla número 10, número 40, número 200; sus propiedades plásticas y el IG, por lo que es necesario conocer los valores del LL, LP y IP, por lo que se clasificó en un suelo arena arcillosa denominado A-4(1).

### 3.3 Ensayo de Proctor Modificado

Se determinó la curva de compactación, la humedad óptima y densidad máxima seca, asimismo la gravedad específica.

**Tabla 4**

*Resultados del Ensayo de Proctor Modificado.*

<b>MUESTRA DE SUELO</b>	<b>PROFUNDIDAD DE SUELO (m)</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (grs/cm<sup>3</sup>)</b>
PATRÓN C-02	0.20 -1.70m	11%	1.96
P + 1.25% RP	0.20 -1.70m	11%	1.98
P + 2.50% RP	0.20 -1.70m	11%	2.06
P + 5.00% RP	0.20 -1.70m	11%	2.02

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UNSM – Tarapoto

#### **Interpretación:**

Se determinó la relación del contenido de humedad y la máxima densidad seca. El resumen de la tabla 11, muestra el porcentaje de humedad por el cual el suelo ha sido compactado (11%), se observó también que la máxima densidad seca del (P +1.25% RP) presenta el valor de 1.98gr/cm<sup>3</sup>, (P +2.50% RP) presenta el valor de 2.06gr/cm<sup>3</sup> y (P +5.00% RP) presenta el valor de 2.02gr/cm<sup>3</sup>, por lo cual se consideró al (P +2.50% RP) como óptima adición ya que la densidad máxima seca se incrementó en 0.10 gr/cm<sup>3</sup> en referencia a la máxima densidad seca del PATRON C-02.

### 3.4 Ensayo de CBR.

Se consideró el de más importancia para la investigación, puesto que determinó el comportamiento de la adición de la resina de plátano en la muestra de suelo. Se realizaron ensayos de CBR para las cinco calicatas seleccionadas del tramo km 2 + 000 hasta km 6 + 000. Se realizó ensayo de CBR que consistió en preparar 3 moldes con energías de compactación de 56 golpes, 25 golpes y 13 golpes por lo que se determinó la capacidad portante de la muestra patrón de la calicata N°02.

**Tabla 5***Resultados del Ensayo de CBR.*

<b>SUELO</b>	<b>PATRÓN C-2</b>	<b>P+1.25%RP</b>	<b>P+2.50%RP</b>	<b>P+5.0 %RP</b>
M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96	1.98	2.06	2.02
EXPANSIÒN (%)	1.62	1.58	1.54	2.56
CBR 1"	6.60	8.00	12.50	11.00
CBR 2"	10.00	11.50	14.00	13.60

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UNSM – Tarapoto**Interpretación:**

De acuerdo con la tabla 12 se estimó las adiciones de los porcentajes 1.25%, 2.50% y 5.00% de la resina de plátano a la muestra PATRÓN C-2 de suelo, tuvo una variación en los valores de su densidad máxima seca. Expansión y CBR con respecto al suelo natural.

Comparando la densidad máxima seca del PATRÓN C-2 con los adiciones utilizadas se observó que hay un aumento de 0.10 gr/cm<sup>3</sup> hasta el P+2.50%RP y una disminución a partir del P+5.00%RP respectivamente, lo que significó que la adición de la resina de plátano en un 1.25%, 2.50% aumentó el peso haciendo que la densidad aumente y el 5.00% de la resina de plátano disminuye el peso haciendo que la densidad disminuya.

La expansión del suelo mediante los ensayos con las adiciones de 1.25% y 2.50% de la resina de plátano redució entre 0.04% a 0.08% respectivamente y con la adición del 5.0% de la resina de plátano se incrementó a 0.94% con respecto a los ensayos del PATRÓN C-2; hay incidencia sobre la expansión del suelo, la disminución de la expansión se debe a que existió adherencia entre la mezcla de suelo – resina de plátano.

Con respecto a la resistencia de suelo, se obtuvo un CBR de un 1.25% y 2.50% con 8.00 y 12.50 respectivamente, valores mayores del 6%, lo que significó que la subrasante se encuentra en la categoría de subrasante buena según el cuadro de clasificación de subrasante vs. Índice CBR del MTC.

Se observó que al aumentar el porcentaje de adición de 1.25% y 2.50% a la muestra de suelo PATRÓN C-2, esto generó que la densidad seca aumente, y al contacto con el agua las partículas de arcilla tuvieron una variación de volúmenes menores que al suelo sin adición, esto generó que el suelo tuviera mayores resistencias, haciéndose un suelo estable.

### 3.5 Costo para la estabilización de la subrasante con el 2.50% de resina de plátano.

**Tabla 6**

*Presupuesto mejorado con material de préstamo y presupuesto con el 2.50% de resina de plátano.*

<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial(S/.)</b>
<b>Presupuesto mejorado con material de préstamo</b>				<b>1'392,939.92</b>
<b>Obras Provisionales</b>				
Cartel De Obra (4.80 X 2.80ml)	und	1.00	643.05	643.05
Movilizacion Y Desmovilizacion De Maquinaria Y Equipo	glb	1.00	10,500.00	10,500.00
<b>Obras Preliminares</b>				
Limpieza De Terreno Manual	m2	24,000.00	0.25	6,000.00
Trazo Y Replanteo Topografico	km	4.00	827.13	3,308.52
<b>Movimiento De Tierras</b>				
Corte de Material Suelto	m3	50,742.66	3.52	178,614.16
Conformacion de terraplenes con material préstamo	m3	13,475.64	4.07	54,845.85
Conformacion y perfilado de cunetas	m	8,000.00	0.97	7,760.00
Mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante con material de préstamo.	m3	6,000.00	106.55	639,300.00
<b>Pavimento</b>				
Afirmado	m3	4,800.00	22.32	107,136.00



**Transporte**

Transporte De Material Excedente De 120m A 1000m	m3	60,891.19	6.32	384,832.33
--	----	-----------	------	------------

**Presupuesto con el 2.5% resina de plátano****628,765.99****Obras Provisionales**

Cartel De Obra (4.80 X 2.80ml)	und	1.00	643.05	643.05
Movilizacion Y Desmovilizacion De Maquinaria Y Equipo	glb	1.00	10,500.00	10,500.00

**Obras Preliminares**

Limpieza De Terreno Manual	m2	24,000.00	0.25	6,000.00
Trazo Y Replanteo Topografico	km	4.00	827.13	3,308.52

**Movimiento De Tierras**

Corte de material suelto	m3	50,742.66	3.52	178,614.16
Conformacion de terraplenes con material con el 2.5% de resina de plátano.	m3	13,475.64	2.55	34,362.88
Conformacion y perfilado de cunetas	m	8,000.00	0.97	7,760.00
Mejoramiento de suelos a nivel de Sub Rasante con el 2.5% de resina de plátano.	m3	4,800.00	10	48,000.00

**Pavimento**

Afirmado	m3	3,600.00	20.82	74,952.00
Transporte				
Transporte De Material Excedente De 120m A 1000m	m3	37,642.30	7.03	264,625.37

---

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis

**Interpretación:**

En la tabla 13 se observó el presupuesto de la carretera Cacatachi – Chirapa que comprende 4km mejorando la subrasante con material de préstamo, un presupuesto de S/ 1'392,939.92 soles y con la adición de la resina de plátano un presupuesto de S/ 628,765.99 soles. Se puede notar que hay una diferencia de S/ 764,173.93 soles ya que estabilizar la carretera Cacatachi - Chirapa de 4 km con la resina de plátano resultó ser económica y rentable en un 45.14%.

## VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

**4.1** Para la validación de la hipótesis se empleó la fórmula de regresión lineal para estimar las dos variables: variable independiente y variable dependiente.

$$Y=b_0+b_1*X$$

Dónde:

**Y:** Estabilización de la subrasante

**X:** Resina de platano

**b<sub>0</sub>:** Intercepto

**b<sub>1</sub>:** Pendiente

De la fórmula se obtiene que (Y) es la variable dependiente la cual se interviene y manipula para lograr los objetivos planteados, (X) es la variable independiente en donde se centra la investigación, (b<sub>0</sub>) es el intercepto que sirve para determinar los valores estimados según la relación de las dos variables en el sistema cuantitativo, (b<sub>1</sub>) es la pendiente que intercepta la mayoría de puntos en el plano cartesiano para determinar los grados de correspondencia entre las dos Hipótesis.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos mediante la utilización del programa IBM SPSS para la veracidad de comprobación de las Hipótesis para el ensayo de resistencia a compresión.

### Correlaciones

**Tabla 7**

*Correlaciones: Estadísticos descriptivos.*

<b>Estadísticos descriptivos</b>			
	Media	Desviación estándar	N
Porcentaje de resina de platano	13,0333	1,34288	3
Estabilización de la subrasante	2,9167	1,90941	3

**Fuente:** Norma ASTM (Programa IBM SPSS)

**Tabla 8***Correlación lineal (de Pearson).*

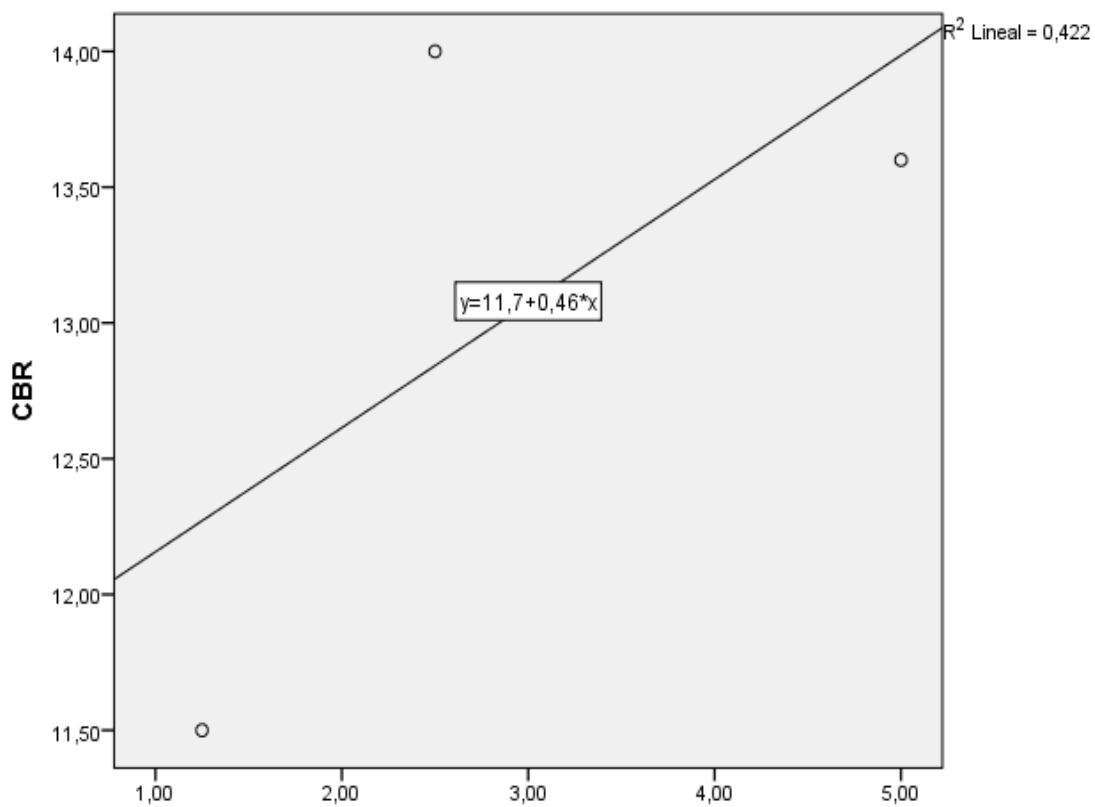
		<b>Correlaciones</b>	
		Porcentaje de resina de plátano	Estabilización de Subrasante
Porcentaje de resina de plátano	Correlación de Pearson	1	,650
	Sig. (bilateral)		,550
	N	3	3
Estabilización de subrasante	Correlación de Pearson	,650	1
	Sig. (bilateral)	,550	
	N	3	3

*Fuente:* Norma ASTM (Programa IBM SPSS Statistics).**Regresión****Tabla 9***Regresión lineal (de Pearson).*

	<b>Modelo</b>	<b>Coefficientes no estandarizados</b>		<b>Coefficientes estandarizados</b>	<b>t</b>
		B	Error estándar	Beta	
1	(Constante)	11,700	1,768		6,619
	ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE	,457	,534	,650	,855

*Fuente:* Norma ASTM (Programa IBM SPSS)

## RESULTADO DE ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE



(%) Porcentaje de Resina de Plátano a 1.25%, 2.5% y 5.0%

**Figura 1.** Regresión lineal. Estabilización de la Subrasante.

*Fuente:* Norma ASTM (Programa IBM SPSS).

### Interpretación

De los resultados se concluye que la hipótesis se cumple en relación a los datos obtenidos por las dos variables.

#### IV. DISCUSIÓN

Con respecto a los ensayos físicos y químicos que se desarrolló en esta investigación se logró alcanzar un PH de 6.310 y una densidad de 6.350 gr/cm<sup>3</sup> y como también solidos solubles ppm de 1.07. Entonces se encontraron diferencias en cuanto a la investigación hecha por: GARCÍA, (2016), En sus resultados de su investigación de los ensayos físicos y químicos de la resina de plátano mencionó que tiene un PH de 5.2 y una densidad de 362.33 gr/l, y como también solubilidad en agua: Insoluble.

En cuanto al tipo de suelo se presentó nuestro resultado mediante la clasificación que se realizó en esta investigación, lo cual la muestra sobrepasa a la malla N°200 y fue mayor al 35% lo que determinó un suelo SC en SUCS y A-4(1) en AASHTO correspondiente. Entonces se corroboró y confirmó los datos obtenidos con el autor: BRAJA, (2013), En una clasificación de suelos se debe emplear el (SUCS) y (AASHTO) lo cual da a notar que el suelo que sobrepase el 76.2 mm y en la malla N°4 tiende a estimarse grava; así mismo el suelo que sobrepase la malla N° 4 y no la malla N°200 tiende a estimarse arena; una vez superado la malla N°200 se estimó limo arcilla. También da a notar que si el 35 % de suelo pasa por la malla N°200 se clasificó en suelos del A-1 AL A-3 en materiales granulares y los que se clasificó del A-4 al A-7 en materiales limo arcillosos ya que estos pasan más del 35%.

Con respecto al ensayo de Proctor modificado se realizó con la adición del 2.5% de resina de plátano por lo que se obtuvo una máxima densidad seca de 2.06 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad optima de 11.00. Lo cual se estimó una similitud con los resultados obtenidos por la investigación hecha por: PÉREZ, (2017), donde ejecutó los procedimientos de proctor modificado y se constató que al unir el cemento portland con la ceniza de cáscara de arroz a los suelos si contribuye en la densidad del suelo, obteniendo una máxima densidad seca de 1.43 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad optima de 26.50.

En cuanto al ensayo de CBR que se realizó con la adición del 2.50% de resina de plátano por lo que se obtuvo un resultado de 12.50% el cual se ubica en el rango de subrasante buena de acuerdo como lo calificó el MTC por lo que la adición del 2.5% de resina de plátano contribuyó en la resistencia del suelo y por lo tanto se logró aumentar la capacidad portante. Por lo que se estimó una similitud en cuanto a la resina de plátano con la ceniza de cáscara de arroz ya que es algo natural con los resultados obtenidos por la investigación hecha por: PÉREZ, (2017), los resultados de los procedimientos de CBR se constató que al unir de cemento portland y ceniza de cáscara de arroz, si contribuyeron en la resistencia del suelo, obteniendo un CBR máximo de 60.43%, en el muestrario más desfavorable.

Con respecto al presupuesto se demostró que la estabilización de la subrasante adicionando la resina de plátano contribuyó en la reducción de costos de la vía en un ahorro del 45.14%, siendo así una alternativa económica y razonable. Lo cual se estimó una diferencia con los resultados obtenidos por la investigación hecha por: PÉREZ, 2017, estableció que la combinación del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz contribuyó en el valor de la carretera, siendo esta una opción económica y razonable lo cual representa un ahorro del 23.77%.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1 Se concluyó que la resina de plátano de variedad bellaco en la selva peruana se puede utilizar como sustitutos parciales del agua en una cantidad representativa de agua para la estabilización de suelos siempre y cuando no sobrepase al 5.2% como componente.
- 5.2 Conforme a los ensayos realizados se determinó las características físico y mecánicas del suelo de la calicata N°02 como (GC) grupo control, donde se concluye que el tipo de suelo más crítico de las muestras de dicha calicata han sido calculadas a través de los ensayos de análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg en efecto resulto un suelo A-4 (1) según AASHTO y SUCS un suelo SC. Debido a lo cual las muestras clasificadas según los tamices en donde quedan retenidos las gravas, las arenas y las arcillas, prevalece las arenas arcillosas  $\geq 36.07\%$  y  $\leq 43.52\%$ , el contenido de humedad es  $\geq 11.67\%$  y  $\leq 16.31\%$ , limite liquido es  $\geq 24.41$  y  $\leq 31.55\%$ , limite plástico es  $\geq 16.16$  y  $\leq 22.10\%$ , el índice de plasticidad es  $\geq 7.72$  y  $\leq 9.45\%$ , la densidad máxima seca de  $1.960 \text{ gr/cm}^3$  con un óptimo contenido de humedad de  $11.00\%$  y un CBR al 95% de 6.60.
- 5.3 Correspondiente a los ensayos de proctor modificado al (GC) grupo control en la calicata C- 02 se concluye que la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arena arcillosa con adición de la resina de plátano al (GE1) grupo experimental 1 con porcentaje del 1.25% alcanzo un valor de  $1.980 \text{ gr/cm}^3$  con un óptimo contenido de humedad de  $11.00\%$ , en el (GE2) grupo experimental 2 con porcentaje del 2.50% de resina de plátano alcanzo una M.D.S de  $2.06 \text{ gr/cm}^3$  con una humedad de  $11.00\%$  y por ultimo con la adición de la resina de plátano al (GE3) grupo experimental 3 con porcentaje del 5.00% consiguió una máxima densidad seca de  $2.02 \text{ gr/cm}^3$  con humedad de  $11.00\%$ , estos resultados demuestran que la máxima densidad seca con el (GE2) grupo experimental 2 con porcentaje del 2.50% de adición estuvo por encima de la densidad seca del (GC) grupo control en la calicata C-02 que normalmente llega a  $1.96 \text{ gr/cm}^3$  con una humedad de  $11.00\%$ . lo cual mejora en sus propiedades mecánicas a través de la

compactación, se determina que es la óptima adición que representa el (GE2) grupo experimental 2 con porcentaje del 2.50%.

5.4 Debido a la resistencia y capacidad de carga del suelo del (GC) grupo control en la calicata C- 02 se concluye que el suelo arena arcillosa logra estabilizar con la adición de resina de plátano al (GE1) grupo experimental 1 con porcentaje del 1.25% en relación al peso seco de la muestra del suelo y el óptimo contenido de humedad alcanzando un CBR al 95% de 8.00%, en el (GE2) grupo experimental 2 con porcentaje del 2.50% de resina de plátano alcanzó un CBR al 95% de 12.50% y al (GE3) grupo experimental 3 con porcentaje del 5.00% consiguió un CBR de 11.00%, se obtuvo mejores resultados con la adición de resina de plátano al (GE2) grupo experimental 2 con porcentaje del 2.50% en comparación con la muestra del (GC) grupo control en la calicata C- 02 que alcanza un valor de 6.60 de CBR.

5.5 Se contrasto que la adición de la resina de plátano de variedad bellaco contribuye en el costo por los 4km de la carretera Cacatachi – Chirapa con un total S/ 628,765.99 soles, con respecto al costo por los 4km de la carretera Cacatachi – Chirapa con material de préstamo alcanzando a tener un total de S/ 1'392,939.92 soles, lo cual representa un ahorro del 45.14%.



## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1 Se recomienda realizar la investigación en otros tipos de suelo como: arcillas y limos con los porcentajes de sustitución de la resina de plátano de variedad bellaco para poder observar el comportamiento de este.
- 6.2 Se recomienda realizar la investigación con otras variedades de plátano como son: Isla, Seda, Sapino; como porcentaje apropiado un 2.50% de resina de plátano en merito a la variedad de bellaco para la estabilización de suelos en arena arcillosa, ya que con este porcentaje se obtuvo resultados favorables con respecto a las características del suelo.
- 6.3 Es recomendable la utilización de la resina de plátano de variedad bellaco en suelos arena arcillosa con la óptima cantidad de 2.5% ya que al adicionar este porcentaje aumenta la Maxima Densidad Seca.
- 6.4 Es recomendable la utilización de la resina de plátano de variedad bellaco en suelos arena arcillosa con la óptima cantidad de 2.5%, ya que al adicionar este material aumenta la resistencia del suelo en los parámetros de CBR.
- 6.5 Es recomendable utilizar la resina de plátano de otras variedades a fin de obtener costos económicos, para estabilizar los suelos y también utilizarlo como objeto de estudio para otros temas realacionados a la ingeniería.

## REFERENCIAS

AASHTO. 1993. Método de diseño. 1993.

ASTM International. 2007. ASTM Standard D 422. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils. Pensilvania, Estados Unidos.2007.

ASTM International. 2007. ASTM Standard D 4318. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. West Conshohocken, Pensilvania, Estados Unidos. 2007.

ASTM International. 2007. ASTM Standard D 698. Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>)). Pensilvania, Estados Unidos. 2007.

ASTM International. 2007. ASTM Standard D 1883. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils, Bearing ratio. Pensilvania, Estados Unidos. 2007.

BEHAK Leonardo, PERES Washington. Characterization of a material comprised of sandy soil, rice husk ash and potentially useful lime in pavements. Revista Ingeniería de Construcción 2008: 23(1).

Disponible en:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v23n1/art04.pdf>

BRAJA, M Das. Fundamentals of geotechnical engineering. 3.a ed. New York: Thomson, 2008. 608 pp. ISBN: 9706860614

BRAJA, M Das. Fundamentals of geotechnical engineering. (4<sup>a</sup>. ed.). México: Thomson, 2013. 636 pp. ISBN: 978-607-519-373-1

CARRASCO Danny. *Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa - 2017*. (Tesis de Pregrado). Nuevo Chimbote: Universidad César Vallejo, 2017. 195 pp.

CARRASCO, Díaz S. Metodología de la investigación científica. Lima: San Marcos, 2005. 475 pp. ISBN: 9972342425.

CERVANTES Rafael, BALMASEDA Carlos y FERNANDEZ Lucia. *Effect of the pulp of Coffea arábica L., on soils of the Guamuhaya mountainous group*. (Artículo científico) Agricultural Technical Sciences Magazine 2015:24(2)

Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n2/rcta06215.pdf>

CRESPO Villalaz, Carlos. Mechanics of soil and foundation. 5.ª ed. México: Limusa, 2004. 650 pp. ISBN: 9681864891.

COBA Sofia. En su investigación titulada: *Influencia de la mezcla del romerillo con material ligante arcilloso en la estabilización del afirmado del tramo: El Porvenir y el sector Tamboyacu, distrito Elías Soplín Vargas, Rioja - San Martín, 2017*” (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba – Perú. 2018.

Disponible en:

[file:///C:/Users/HP/Downloads/coba\\_ms%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/coba_ms%20(1).pdf)

CUIPAL Betty. *Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018* (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú. 2018.

Disponible en:

[file:///C:/Users/HP-PERU/Desktop/TESIS%20-%202019/tesis/Cuipal\\_CBK.pdf](file:///C:/Users/HP-PERU/Desktop/TESIS%20-%202019/tesis/Cuipal_CBK.pdf)

DE LA CRUZ, Lizeth y SALCEDO, Kaite. *Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian - Huancayo - Junin*. (Tesis de Pregrado). Perú: Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería, 2016. 146 pp.

FABRE Viviana, BIZZOTTO Marcela y TIRNER Jirina. *Strength Behavior of Organic Soils Stabilized with Tannin*. (Artículo científico) Technological information 2010: 21(2).

Disponible en:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v21n2/art13.pdf>

GALLARDO Romel, CUANALO Oscar y QUINTERO Leidy. *Analysis of the behavior of high plasticity floors with the addition of residue material in the manufacture of ceramic brick*. (Artículo científico) Colombian Magazine of Advanced Technologies 2017: 29(1).

Disponible en:

<file:///c:/users/hp-peru/desktop/2019%20-%20tesis/trabajo%20final%20tesis-%201er%20exposicion/revista%20cientifica%20-1.pdf>

GARCIA Alma. *Preparation of Bio-resin Cation Exchangers from Banana Peel or Guineo to Eliminate Heavy Metals in Contaminated Water*. Technology Magazine ITCA-FEPADE, 2016. ISSN: 2072 – 568X.

Disponible en:

[https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/RevistaTec\\_N9\\_Digital.pdf](https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/RevistaTec_N9_Digital.pdf)

GARCIA Antonio, ROSIQUE Manuel y SEGADO Francisco. *Basic Topography for Engineers*. University of Murcia, 1994. 273pp. ISBN: 84-7684-568-5.

HERNÁNDEZ S., Roberto, FERNÁNDEZ C., Carlos y BAPTISTA L., María. *Metodología de la Investigación: Quinta edición*. México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.

LEGUISAMO Julio. *Characterization of a compound material of coconut fiber and epoxy resin matrix*. (Artículo científico) Journal of Science and Research 2018:4(3).

Disponible en:

<https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/548/430>

LLIQUE, Rosa. *Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso*. (Tesis de Pregrado). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería, 2014. 110 pp.

MENDOZA Castillo. Metodología de la investigación: Edición San Marcos.2003.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (Perú). NORMA CE.010: PAVIMENTOS URBANOS. Lima, 2010. 79 pp. ISBN: 9789972943355

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú), R.D. N°05-2013-MTC/14: MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS-SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS. Lima, 2013. 105 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). D.S. N° 034-2008-MTC: MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES. Lima, 2016. 1268 pp.

MORALES Güeto, Juan. Technology of materials ceramic. Madrid, 2015.349 pp. ISBN: 9788479787226

MONTEJO Fonseca, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. 2.ª ed. Colombia: Agora, 2002. 734pp. ISBN: 958-96036-2-9.

NESTERENKO Darko. *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú*. (I Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA – LATNET), Universidad de Piura, Piura – Perú. 2017.

Disponible en:

[file:///c:/users/hp-peru/desktop/2019%20-%20tesis/trabajo%20final%20tesis-%201er%20exposicion/desempeño\\_suelos\\_estabilizados\\_polimeros\\_peru.pdf](file:///c:/users/hp-peru/desktop/2019%20-%20tesis/trabajo%20final%20tesis-%201er%20exposicion/desempeño_suelos_estabilizados_polimeros_peru.pdf)

OSPINO Rodríguez, Jairo Alfonso. 2004. Metodología de la Investigación en ciencias de la salud. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias de la Salud, 2004. 233 pp. ISBN: 9588205557

PEREZ Villy. En su trabajo de investigación titulado: *Influencia de la mezcla del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz para mejorar la sub rasante de la carretera puerto los Ángeles Playa Hermosa, provincia de Moyobamba - San Martín - 2017*” (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba – Perú. 2017.

Disponible en:

[file:///C:/Users/HP-PERU/Downloads/perez\\_dv.pdf](file:///C:/Users/HP-PERU/Downloads/perez_dv.pdf)

PEZO Lenin. En su trabajo de investigación titulada: *Análisis de la influencia del uso de fibras del tallo de piña Golden en el refuerzo del adobe de Morales, San Martín, 2016*. (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Morales – Perú. 2017.

Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30463/pezo\\_ul.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30463/pezo_ul.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

QUIROZ Joaquín y MAGAÑA Miguel. *Natural resins of Mexican plant species: current and potencial end-uses*. (Artículo científico) Magazine of Wood and Forest 2015:21(3).

Disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n3/v21n3a13.pdf>

RANGEL, Roberto y GILER, José. Metodología de la investigación: Edición San Marcos (2010).

RODRIGUEZ Fernando. En su trabajo de investigación titulada: *Influencia de la dosis de trimetoxivinilsilano y dosis de fibra de pseudo tallo de plátano, sobre la resistencia a la tracción, de un compuesto de matriz poliéster*. (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo – Perú. 2017.

Disponible en:

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8917/RODR%C3%8DGUEZ%20LOYOLA%2C%20Fernando%20Octavio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROJAS Soriano, Raúl. Investigación social teoría y praxis. 11<sup>a</sup> ed. D.F. - México: Plaza y Valdés, S. A. de C.V., 2002. 192 pp ISBN: 968-856-130-4.

SANZ Llano, Juan José. *Mechanics of Soil*. Barcelona: Eyrolles, 1975. 223 pp. ISBN: 847146165X.

TAMAYO, Mario. *El Proceso de la investigación científica*: 4º Ed. México: 2012, 440pp.

VALERO Alonso, Luis. *Compactación en carreteras y aeropuertos*. Barcelona: Eyrolles, 1978. 233 pp. ISBN: 847146005X.

VALLE Áreas, Wilfredo Alfonso. *Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yasíferos*. Tesis (Master en Caminos, Canales y Puertos). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería, 2010. 68 pp.

## **ANEXOS**



**ANEXO 1:**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Título: “Estabilización de la Subrasante en Suelos Adicionando la Resina de Plátano en el Tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”**

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p><b>Problema general</b> ¿La adición de la resina de plátano permitirá estabilizar la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuáles son las propiedades físico químicas de la resina de plátano para estabilizar la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019?</li> <li>- ¿Cuál es la clasificación del suelo mediante SUCS y AASHTO en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019?</li> <li>- ¿Cuál es la máxima densidad seca para estabilizar la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019?</li> <li>- ¿Cuál es el valor relativo de soporte (CBR) para estabilizar la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019?</li> <li>- ¿Cómo elaborar el costo para estabilizar la subrasante en suelos con la adición de la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa - 2019?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Estabilizar la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar las propiedades físico químicas de la resina de plátano para la estabilización de la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</li> <li>- Clasificar el suelo mediante SUCS y AASHTO en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</li> <li>- Evaluar las características de la máxima densidad seca adicionando la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% para la estabilización de la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</li> <li>- Evaluar las características mecánicas del valor relativo de soporte (CBR) adicionando la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% para la estabilización de la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</li> <li>- Determinar el costo para la estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina del plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa - 2019.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b> Se estabilizará la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las propiedades físico químicas de la resina de plátano beneficiarán la estabilización de la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</li> <li>- En el tramo Cacatachi - Chirapa existirá suelos de tipo arena arcillosa.</li> <li>- La adición de la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% mejorará la máxima densidad seca del suelo en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</li> <li>- La adición de la resina de plátano al 1.25%, 2.50%, 5.00% aumentará el valor relativo de soporte (CBR) del suelo en el tramo Cacatachi - Chirapa - 2019.</li> <li>- El costo se realizará de acuerdo a los parámetros de CAPECO para la estabilización de la subrasante de suelos adicionando la resina del plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa – 2019.</li> </ul>	<p><b>Técnica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades físicas químicas.</li> <li>- Tipo de suelo</li> <li>- Densidad seca máxima</li> <li>- Capacidad y resistencia del suelo (CBR).</li> <li>- Costo (Software S10).</li> </ul> <p><b>Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formato de ensayos de laboratorio estandarizados y validados, Universidad Cesar Vallejo – Filial Tarapoto.</li> <li>- Equipos y materiales del laboratorio de mecánica de suelos.</li> <li>- Equipos topográficos.</li> </ul>

Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones	
<p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>Hernández, Fernández y Baptista (2010) manifestaron que un diseño pre experimental establece la manipulación de la variable independiente para someter a determinadas condiciones o grupo de individuos con la finalidad de establecer sus efectos en la variable dependiente.</p> <p>GE(1): X1(1.25%) O1(7d) (03 ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes)</p> <p>GE(2): X2(2.50%)O2(7d) (03 ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes)</p> <p>GE(3): X3(5.00%)O3(7d) (03 ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes)</p> <p>GC(0) X0(0.00%)O(7d) (03 ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes)</p> <p>GE: Grupo de Experimental GC: Grupo de control (Muestra Patrón Calicata N°02) X1: Adición de resina de plátano al 1.25% X2: Adición de resina de plátano al 2.50% X3: Adición de resina de plátano al 5.00% O1, O2, O3: Medición a la resistencia de CBR.</p>	<p><b>Población</b></p> <p>La población está dada por todos los suelos a nivel subrasante ubicados en el departamento de San Martín. La subrasante de estudio será en la carretera de Cacatachi – Chirapa, en el distrito de Cacatachi, provincia de San Martín y departamento de San Martín con una longitud total de 10.00 km.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>La muestra que se analiza es la subrasante de la carretera Cacatachi – Chirapa que contempla los 4.00 km cuya carretera a nivel de subrasante tiene contenido de arena arcillosa por lo que se puede decir que tiene baja capacidad portante, el tramo de muestra se encuentra entre el Km 2+000 hasta el Km 6+000, que comprende 4.00 km este tramo se consideró el más crítico y lo cual se requirió realizar 1 calicata cada un 1.00 km cabe resaltar que las calicatas serán de 1.50 metros de profundidad para la toma de muestra de suelo y dicha evaluación se considera como objeto de investigación ya que a esta se le adicionara la resina de plátano en porcentajes de 1.25%, 2.50%, 5.00%, teniendo como referencia las NTP, Norma CE.010, Norma CE.020, Normas ASTM, CAPECO, Manual de Carreteras, Manual de Ensayo de Materiales.</p>	Variables	Dimensiones
		<p><b>Variable independiente:</b> Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano.</p>	Propiedades físicas y químicas
		<p><b>Variable dependiente:</b> Ensayos de CBR a 13, 25 y 56 golpes.</p>	<p>Tipo de suelo</p> <p>Densidad seca máxima al 1.25%, 2.50% y 5.00%.</p> <p>Capacidad y resistencia del suelo al 1.25%, 2.50% y 5.00%.</p> <p>Costos (Software S10)</p>

**ANEXO 2:**  
**TABLAS**

**Tabla 10***Símbolos para de SUCS*

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido alto (<50)	H

*Fuente:* Tabla extraída del MTC Sección Suelos y Pavimentos.**Tabla 11***Tipología de suelos (SUCS)*

SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
<b>GW</b>		Limpias	Bien graduadas
<b>GP</b>	GRAVA (>50% en tamiz # 4 ASTM)	(Finos < 5%)	Pobrementemente graduadas
<b>GM</b>		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
<b>GC</b>			Componente arcilloso
<b>SW</b>		Limpias	Bien graduadas
<b>SP</b>	ARENAS (<50% en tamiz # 4 ASTM)	(Finos < 5%)	Pobrementemente graduadas
<b>SM</b>		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
<b>SC</b>			Componente arcilloso
<b>ML</b>	LIMOS		Baja plasticidad (LL<50)
<b>MH</b>			Alta plasticidad (LL>50)
<b>CL</b>	ARCILLAS		Baja plasticidad (LL<50)
<b>CH</b>			Alta plasticidad (LL>50)
<b>OL</b>	SUELOS		Baja plasticidad (LL<50)
<b>OH</b>	ORGÁNICOS		Alta plasticidad (LL>50)
<b>Pt</b>	TURBA		Suelos altamente orgánicos

*Fuente:* Tabla extraída del MTC Sección Suelos y Pavimentos.

**Tabla 12**

*Clasificación de suelo AASHTO*

Clasificación general	Materiales granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz n°200)							Materiales limo – arcillosos (más del 35% pasa el tamiz n°200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupos	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Sub-grupos	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-6
% que pasa el tamiz											
N°10	50 máx.										
N°40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
N°200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características del material que pasa la malla N°40											
LL			No	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.
IP	6 máx.	6 máx.	plástico	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.
Índice de grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava, arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de fundación	Excelente a bueno					Regular a deficiente					

NOTA: Para el grupo A-7

Cuando  $LP \geq 30$ , se clasifica como A-7-6, cuando  $LP < 30$ , se clasificación como A-7-5

*Fuente:* Tabla extraída del MTC Sección Suelos y Pavimentos.

**Tabla 13**

*Características del plátano.*

<b>Características del plátano (Musa paradisíaca)</b>	
Clasificación :	Monocotiledon
Familia :	Musáceas
Género :	Musa
Serie :	Eumusa
Especie :	M.Acuminata(AA), M.Balbisiana (BB)(10)

*Fuente:* Tabla extraída de la Revista Tecnológica ITCA.

**Tabla 14**

*Propiedades de la resina de plátano.*

<b>Parámetro</b>	<b>Resina de plátano</b>
PH	5.2
Solubilidad en agua	Insoluble
Solubilidad en otros	Bencina de petróleo Etanol
Solventes	Insoluble en ambos solventes
Densidad	362.33 gr/l

*Fuente:* Tabla extraída de la Revista Tecnológica ITCA.

**Tabla 15***Tamices según la Norma ASTM*

<b>TAMICES</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

*Fuente:* Tabla extraída del Manual de Ensayo de Materiales.**Tabla 16***Categorías de la Sub – Rasante según su CBR*

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Subrasante Insuficiente	De CBR $\geq$ 3% A CBR < 6%
S2 : Subrasante Regular	De CBR $\geq$ 6% A CBR < 10%
S3 : Subrasante Buena	De CBR $\geq$ 10% A CBR < 20%
S4 : Subrasante Muy Buena	De CBR $\geq$ 20% A CBR < 30%
S5 : Subrasante Excelente	CBR $\geq$ 30%

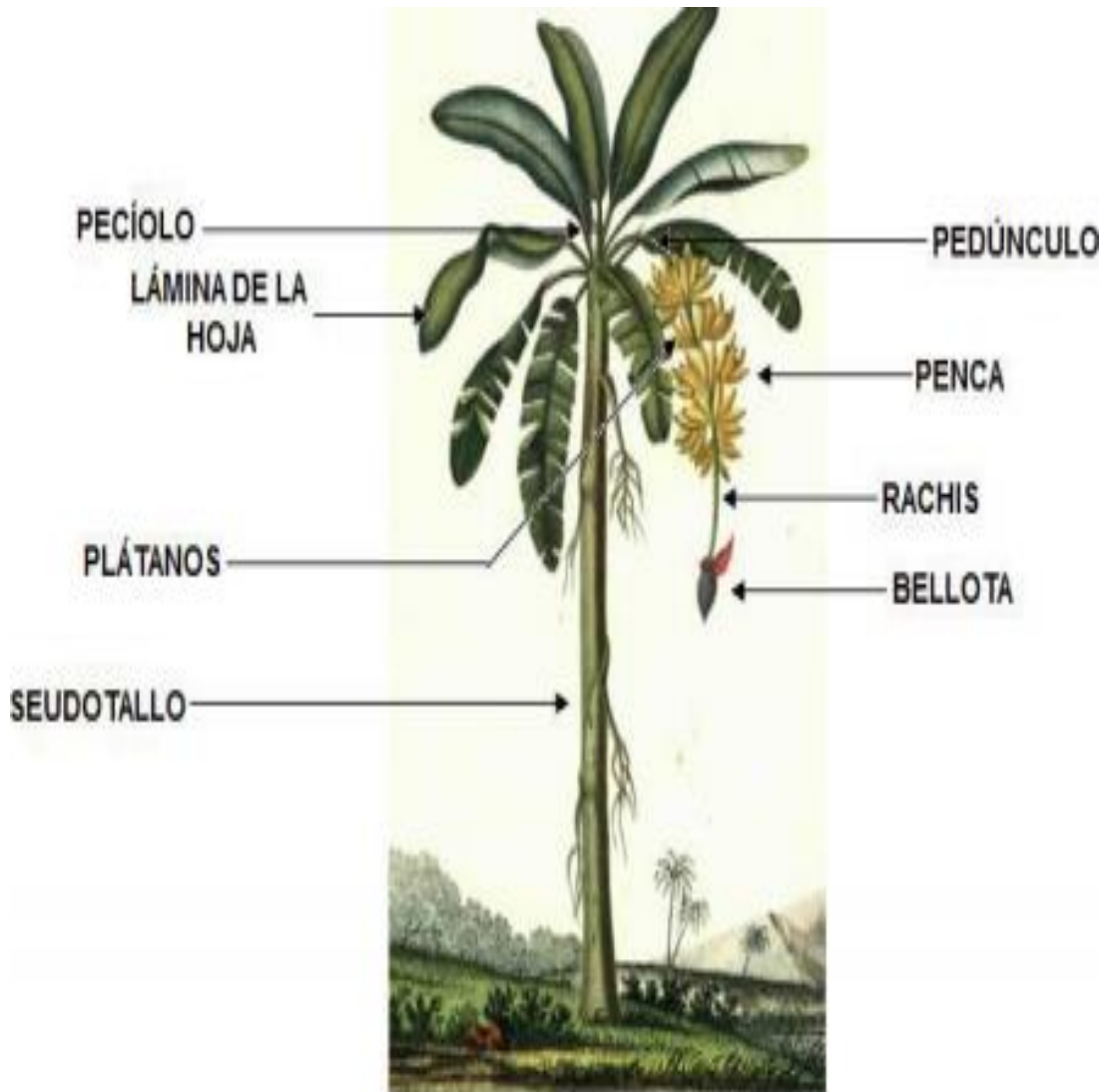
*Fuente:* Tabla extraída del MTC Sección Suelos y Pavimentos.

**ANEXO 3:  
FIGURAS**



**Figura 1.**

*Esquema General de la planta de plátano.*



*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.

**ANEXO 4:**  
**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

The logo of the Universidad Nacional de San Martín (UNSM) is centered in the background. It features a shield with the acronym 'UNSM' at the top, the word 'TARRIPOYO' in a semi-circle, and 'UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN' around the bottom. A central emblem depicts a sun and a mountain. A blue circular stamp is overlaid on the logo, containing the text 'Laboratorio de Mecánica de Suelos', 'Facultad de Ingeniería Civil', and 'U. N. S. M.'.

# ***I. MECANICA DE SUELOS***

The logo of the Universidad Nacional de San Martín (UNSM) is centered on the page. It features a shield-shaped emblem with a blue border. Inside the shield, the letters 'UNSM' are at the top, and 'UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN' is written around the bottom. The central part of the shield contains a globe, a sun, and a cross. A circular seal is overlaid on the globe, with the text 'Laboratorio de Mecánica de Suelos', 'Facultad de Ingeniería Civil', and 'U. N. S. M.'

***RESUMEN DE  
CLASIFICACIONES***



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 TARAPOTO - PERU

**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN  
**FECHA** : SETIEMBRE DEL 2,019  
**REALIZADO** : TESISISTAS SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES

**CUADRO RESUMEN - PROPIEDADES FISICOS-MECANICOS Y CLASIFICACION**

CALICATA MUESTRA	PROFUND. MUESTRA m	Suelo Con Adición Sino	Muestra N°	GRANULOMETRIA						PROPIEDADES INDICES					PROCTOR M.D.S. g/cm <sup>3</sup>	O.C.H. %	C.B.R	HUMEDAD NATURAL %	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO			
				MALLA #4	MALLA #10	MALLA #40	MALLA #200	LL %	LP %	IP %	LL %	LP %	IP %	1" %							2" %		
				98.93%	99.73%	91.85%	40.18%	31.20	22.00	9.20	31.55	22.10	9.45	6.60							10.00	16.31	
C-01	0.20-1.70	NO	II	98.93%	99.73%	91.85%	40.18%	31.20	22.00	9.20	-	-	-	-	-	-	16.31	SC	A-4(1)				
C-02	0.20-1.70	NO	II	100.00%	99.33%	88.71%	41.76%	31.55	22.10	9.45	11.00	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	15.61	SC	A-4(1)				
C-03	0.20-1.70	NO	II	100.00%	99.35%	89.74%	36.07%	25.52	16.16	9.36	-	-	-	-	-	-	14.72	SC	A-4(1)				
C-04	0.20-1.70	NO	II	100.00%	99.37%	80.69%	37.91%	24.41	16.69	7.72	-	-	-	-	-	-	15.08	SC	A-4(1)				
C-05	0.20-1.70	NO	II	100.00%	99.95%	87.42%	49.52%	26.83	16.99	8.84	11.00	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	15.61	SC	A-4(1)				
PATRON C-02	-	NO	II	100.00%	99.33%	88.71%	41.76%	31.55	22.10	9.45	11.00	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	15.61	SC	A-4(1)				
P + 1.25% RP	-	SI	UNICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	2.02	11.00	13.60	15.61	SC	A-4(1)
P + 2.50% RP	-	SI	UNICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	2.06	12.50	14.00	15.61	SC	A-4(1)
P + 5.00% RP	-	SI	UNICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	2.02	11.00	13.60	15.61	SC	A-4(1)

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS HAN SIDO PROCESADOS DE ACUERDO A LAS NORMAS TECNICAS PERUANAS

Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS Y PAV.  
 CIP N° 56133  
 UNSM - FICA



***C - 01***





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119  
MORALES - PERU



Tesis : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019

Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación : Cacatachi-Chirapa

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m

Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Calicata: C - 01 Fecha: 22/09/2019

Material : Referencia : TESIS - UCV Procedencia : C - 01 Coordenadas N:        E:       

Tipo de Muestra : Alterada :  No alterada :  Remoldeada :  Testigo Parafinado :

Extracción de la Muestra : Testista: SI Fecha de Recepción: 23/08/2019 Fecha De empienzo Ensayo : 23/08/2019  
Fecha de Solicitud de ensayo: 23/08/2019 Fecha Termino Ensayo : 28/08/2019

**Determinación del % de Humedad Natural** ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3	4
PESO DE LATA grs	58.89	58.61	58.70	58.66
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	260.50	260.58	260.51	260.70
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	232.20	232.25	232.22	232.38
PESO DEL AGUA grs	28.30	28.33	28.29	28.32
PESO DEL SUELO SECO grs	173.51	173.64	173.52	173.72
% DE HUMEDAD	16.31	16.32	16.30	16.30
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.31			

**Determinación del Gravedad Especifico de Solidos** ASTM D-854

LATA	
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	
METODO DE REMOCION DEL AJRE <sup>a</sup>	
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO	
TEMPERATURA, °C	
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	
PLATO EVAPORADO N°	
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs	
PESO DEL SUELO SECO grs	
VOLUMEN DE SOLIDOS cm <sup>3</sup>	
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°	
PROMEDIO Gs	

N.R.

**Determinación del Peso Volumetrico** ASTM D-2937

ENSAYO	
PESO DE MOLDE Grs	
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs	
PESO DEL SUELO HUMEDO Ggrs	
VOLUMEN DEL MOLDE Cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO Grs/m <sup>3</sup>	
PROMEDIO Grs/cm <sup>3</sup>	

N.R.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



*Carlos E. Chung Rojas*  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCP  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
Robert Navarro Mori  
TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
ING. CIVIL : ESP. 0219





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



Tesis : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019

Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación : Cacatachi-Chirapa

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m

Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALE Calicata: C - 01 Fecha: 28/08/2019

Material : Referencia : TESIS - UCV Procedencia : C - 01 Coordenadas N: E:

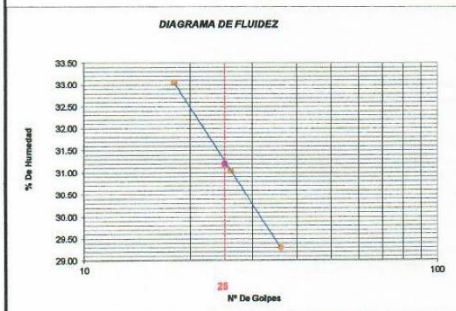
Tipo de Muestra : Alterada : X No alterada: X Remoldeada: Testigo Parafinado:

Extracción de la Muestra : Testista: Si Fecha de Recepción: 23/08/2019 Fecha De Empezo Ensayo : 23/08/2019  
Fecha de Solcud de ensayo: 23/08/2019 Fecha Terminó Ensayo : 28/08/2019

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	15.56	15.50	15.57
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	60.56	60.62	60.58
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	49.38	49.83	50.38
PESO DEL AGUA grs	11.18	10.69	10.20
PESO DEL SUELO SECO grs	33.82	34.43	34.81
% DE HUMEDAD	33.06	31.05	29.30
NUMERO DE GOLPES	18	26	36



Índice de Fhijo Fi	
Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	31.20
Límite Plástico (%)	22.00
Índice de Plasticidad Ip (%)	9.20
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	4	5	6
PESO DE LATA grs	15.60	15.60	15.55
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	46.02	46.10	46.06
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	40.54	40.59	40.56
PESO DEL AGUA grs	5.48	5.51	5.50
PESO DEL SUELO SECO grs	24.94	24.99	25.01
% DE HUMEDAD	21.97	22.05	21.99
% PROMEDIO		22.00	

LIMITE DE CONTRACCION ASTM D-427

Ensayo N°	
Peso Rec + Suelo húmedo Gr.	
Peso Rec + Suelo seco Gr.	
Peso de rec. De contracción Gr.	
Peso del suelo seco Gr.	
Peso del agua Gr.	N.D.
Humedad %	
Volumen Inicial (Suelo Húmedo) cm3	
Volumen Final (Suelo Seco) cm3	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	

OBSERVACIONES: 0



Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCS  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA



Robert Navarro Mori  
LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
ING. CIVIL - ESP. 0219







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522544 - fax 521402 - Anexo 119

Tarapoto - Perú



## REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :		SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES				Elaboro :		Tesisistas	
Tesis :		ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CAGATACHI - CHIRAPA, 2020				Coord :		N: _____ E: _____	
Ubicación:		DISTRITO DE CAGATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN				Fecha :		28/08/2019	
Calicata N°		C - 01		Prof. Exc. 1.70 (m)		Cota As. 295.00 (msnm)			
Cota As. (m)	Capa	Descripción de la Capa de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
295.00	I	Afirmado mezcla de suelo con arcilla con presencia de gravas con diámetros de 1/4" hasta 2", afirmado con problemas de lixiviación	A-2-4(0)	GM-GC		0.20	9.89		
294.80	II	El suelo es una arena arcillosa de densidad media con finos de 40.18% , de plasticidad baja LL = 31.20%, color marrón con trazas amarillas, con matriz de arena fina con una resistencia al corte de regular a buena, con % de arena de 59.76	A-4(1)	SC		1.50	16.31		
293.30									
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)									



*Carlos E. Chung Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIM  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA







**Tesis :** ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLÁTANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019

**Localización de la Tesis:** DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN **Ubicación :** Cacatachi-Chirapa

**Descripción del Suelo:** Suelo Arenoso Arcilloso **Profundidad de la Muestra:** 0.20-1.70 m

**Hecho Por :** SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES **Calicata:** C - 02 **Fecha:** 28/08/2019

**Material :** Referencia : TESIS UCV **Procedencia :** C - 02 **Coordenadas** N:— E:—

**Tipo de Muestra :** Alterada :  No alterada :  **Remoldeada :** — **Testigo Parafinado :** —

**Extracción de la Muestra :** Testista : SI **Fecha de Recopión:** 23/08/2019 **Fecha De Empezo Ensayo :** 23/08/2019  
**Fecha de Solicitud de ensayo:** 23/08/2019 **Fecha Termina Ensayo :** 28/08/2019

**Determinación del % de Humedad Natural** ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	9	10	11	12
PESO DE LATA grs	58.61	58.66	58.80	58.72
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	160.85	160.20	160.15	160.27
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	147.05	146.48	146.44	146.56
PESO DEL AGUA grs	13.80	13.72	13.71	13.71
PESO DEL SUELO SECO grs	88.44	87.82	87.84	87.84
% DE HUMEDAD	15.60	15.62	15.61	15.61
PROMEDIO % DE HUMEDAD	15.61			



**Determinación del Gravedad Especifico de Solidos** ASTM D-854



LATA	
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	
METODO DE REMOCION DEL AIRE	
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO	
TEMPERATURA, °C	N.R.
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	
PLATO EVAPORADO N°	
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs	
PESO DEL SUELO SECO grs	
VOLUMEN DE SOLIDOS cm3	
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°	
PROMEDIO Gs	


**Determinación del Peso Volumetrico** ASTM D-2937

ENSAYO	
PESO DE MOLDE Grs	
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs	N.R.
PESO DEL SUELO HUMEDO Grs	
VOLUMEN DEL MOLDE Cm3	
PESO UNITARIO Gram3	
PROMEDIO Gram3	

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**Ing. Carlos E. Chung Rojas**  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVY  
 CIP-N° 56139  
 UNSM - FICA



**Robert Navarro Mori**  
 JEFE LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC Nº 119  
 MORALES - PERU



Tesis : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019

Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MART Ubicación : Cacatachi-Chirapa

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m

Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Calicote: C - 02 Fecha: 28/08/2019

**Materia:**  
 Referencia : TESIS UCY Procedencia : C - 02 Coordenadas N: — E: —

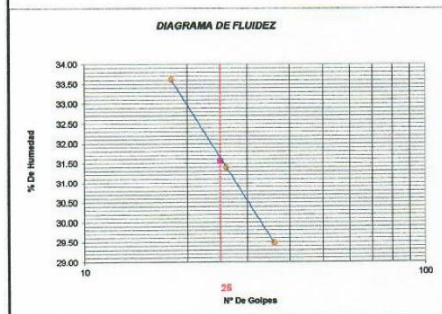
**Tipo de Muestra:** Alterada : X No alterada: — Remoldeada : — Testigo Paralelo : —

**Extracción de la Muestra:** Testeada : SI Fecha de Recepción: 23/08/2019 Fecha De Empezo Ensayo : 23/08/2019  
 Fecha de Solicitud de ensayo: 23/08/2019 Fecha Terminó Ensayo : 28/08/2019

**DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG**

**Determinación del Límite Líquido** ASTM D-4318 - N.T.P. 539.129

LATA	25	26	27
PESO DE LATA grs	15.62	15.60	15.55
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	62.66	61.62	61.97
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	50.75	50.78	51.40
PESO DEL AGUA grs	11.81	11.05	10.57
PESO DEL SUELO SECO grs	35.13	35.18	35.85
% DE HUMEDAD	33.62	31.40	29.48
NUMERO DE GOLPES	18	25	36



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	31.55
Límite Plástico (%)	22.10
Índice de Plasticidad Ip (%)	9.45
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Índice de consistencia Ic	

**Determinación del Límite Plástico** ASTM D-4318 - N.T.P. 539.129

LATA	28	29	30
PESO DE LATA grs	15.67	15.55	15.86
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	46.05	48.10	48.05
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	40.55	40.57	40.55
PESO DEL AGUA grs	5.50	5.53	5.50
PESO DEL SUELO SECO grs	24.88	25.02	24.88
% DE HUMEDAD	22.11	22.10	22.10
% PROMEDIO		22.10	

**LÍMITE DE CONTRACCIÓN** ASTM D-427

Ensayo Nº	
Peso Rec + Suelo húmedo Gr.	
Peso Rec + Suelo seco Gr.	
Peso de rec. De contracción Gr.	
Peso del suelo seco Gr.	<b>N.D.</b>
Peso del agua Gr.	
Humedad %	
Volumen Inicial (Suelo Húmedo) cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (Suelo Seco) cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	

OBSERVACIONES: 0



*Carlos E. Chung Rojas*  
**Ing. Carlos E. Chung Rojas**  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTECNIA  
 CIP Nº 56139  
 UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
**Robert Navarro Mori**  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES  
MORALES - PERU

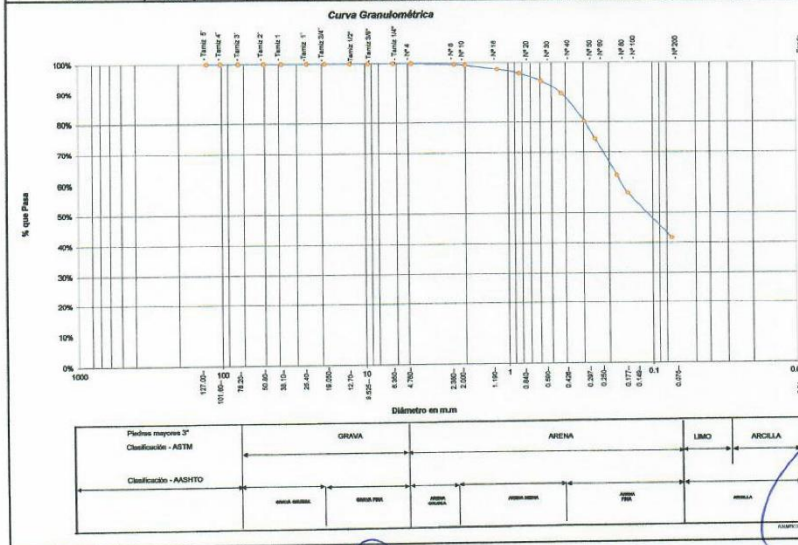


Teste : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
Localización de la Teste: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Ubicación: 0.20-1.70 m Calicata: C - 02  
Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 28/08/2019

Material : Referencia : TEREUCV Procedencia : C-02 Coordenadas : N----- E-----  
Tipo de Muestra : Alterada : X No alterada : X Testigo Paralelo : -----

Extracción de la Muestra : Teste : 01 Fecha de Recepción : 23/08/2019 Fecha de empiezo de ensayo : 23/08/2019  
Fecha de solicitud de Ensayo : 23/08/2019 Fecha Término Ensayo : 28/08/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.017						Composición Granulométrica %					
# Tamiz	Peso (gms)	% Retenido	% Pasado	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	GRAVA	% QUE PARA PARA CLASIFICACION				
Tamiz # 4	127.00					GRAVA	0.00%	Nº 4 =	100.00%	Nº 40 = 69.71%	
Tamiz # 10	101.00					ARENA	59.24%	Nº 10 =	41.76%	Nº 200 = 41.76%	
Tamiz # 20	78.20					Descripción Muestra:					
Tamiz # 40	69.80					Grupo suelos partículas gruesas Sub-Grupo : Arenas SC A-4(1)					
Tamiz # 60	38.10					Arenas arcillosas con matriz de arcilla color marrón con trazas amarillas 5.5 YR 4/2					
Tamiz # 80	28.40					SUCS = SC AASHTO = A-4(1)					
Tamiz # 100	19.00					LL	=	31.05	WT	=	83.00
Tamiz # 150	13.70					LP	=	22.10	WF+SL	=	263.80
Tamiz # 200	9.62					IP	=	9.45	WSL	=	200.20
Nº 4	4.79%				100.00%	IG	=	1	WF+SL	=	116.48
Nº 8	2.90%	0.81%	0.41%	0.41%	99.60%	D 90+	=	%ARC.	=	41.70	
Nº 10	2.00%	0.54%	0.27%	0.85%	99.33%	D 60+	=	%ERR.	=	0.00	
Nº 15	1.30%	0.36%	0.18%	1.03%	98.97%	D 30+	=	Cc	=		
Nº 20	0.84%	0.27%	0.14%	1.17%	98.83%	D 15+	=		=		
Nº 30	0.56%	0.17%	0.08%	1.25%	98.75%	Descripción del Suelo Ensayado:					
Nº 40	0.43%	0.13%	0.06%	1.31%	98.69%	El suelo es una arena arcillosa de densidad media con finos de 41.76%, de plasticidad baja					
Nº 60	0.29%	0.09%	0.04%	1.35%	98.65%	LL = 31.55%, color marrón con trazas amarillas, con matriz de arena fina con una resistencia al corte de regular a buena, con % de arena de 59.24					
Nº 80	0.22%	0.07%	0.03%	1.38%	98.62%	% de Humedad Natural de la muestra ensayada					
Nº 100	0.16%	0.05%	0.02%	1.40%	98.60%	Número de tarro =	8	Peso del agua =	31		
Nº 150	0.11%	0.03%	0.01%	1.41%	98.59%	Peso del tarro =	83.8	Peso suelo húmedo =	291		
Nº 200	0.07%	0.02%	0.01%	1.42%	98.58%	Peso del tarro + Mh =	316	Peso suelo seco =	250		
Ponderal	0.01	0.00%	0.00%	1.42%	98.58%	Peso del tarro + Ms =	283.8	% Humedad Natural =	16.81		
TOTAL	280.80										



Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV<sup>CO</sup>  
CIP Nº 56139  
UNSM - FICA



Robert Navarro Mori  
LAB. MEC. SUELOS GEOLÓGIA Y CONCRETO  
ING. CIVIL : ESP. 0219



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522544 - fax 521402 - Anexo 119  
Tarapoto - Peru



## REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES				Elabora :	Tesis		
Tesis :	ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2020				Coord :	N: _____ E: _____		
Ubicación:	DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN				Fecha :	28/08/2019		
Calicata N°	C - 02	Nivel freático No presenta	Prof. Exc. 1.70 (m)	Cota As. 296.00 (msnm)				
Cota As. (m)	Capa	Descripción de la Capa de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
295.00	I	Afirmado mezcla de suelo con arcilla con presencia de gravas con diámetros de 1/4" hasta 2", afirmado con problemas de lixiviación	A-2-4(0)	GM-GC		0.20	9.56	
294.80	II	El suelo es una arena arcillosa de densidad media con finos de 41.76%, de plasticidad baja LL = 31.55%, color marrón con betas amarillas, con matriz de arena fina con una resistencia al corte de regular a buena, con % de arena de 58.24	A-4(1)	SC		1.50	15.61	
293.30								

**OBSERVACIONES:** Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)



*Carlos E. Chung Rojas*  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV y C°  
CIP N° 56139  
LUNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
Robert Navarro Mori  
TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
ING. CIVIL - ESP. 0219









**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-621402 - ANEXO FIC Nº 119  
 MORALES - PERU



Tests : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO GAGATACHI - CHIRAPA, 2019

Localización de la Testa: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación : Cacatachi-Chirapa

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m

Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Calicata: C - 03 Fecha: 28/08/2019

**Materia:** Referencia : TESIS UCV Procedencia : C - 03 Coordenadas N:\_\_\_\_\_ E:\_\_\_\_\_

**Tipo de Muestra :** Alterada : X No alterada: \_\_\_\_\_ Remoldeada : \_\_\_\_\_ Testigo Parafinado : \_\_\_\_\_

**Extracción de la Muestra :** Testistas : SI Fecha de Recopcción: 23/08/2019 Fecha De empleo Ensayo : 23/08/2019  
 Fecha de Solicitud de ensayo: 23/08/2019 Fecha Termino Ensayo : 28/08/2019

**Determinación del % de Humedad Natural** ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	13	14	15	16
PESO DE LATA grs	100.25	100.20	100.12	100.25
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	225.65	226.56	226.82	226.90
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	209.56	210.35	210.56	210.65
PESO DEL AGUA grs	16.09	16.21	16.26	16.25
PESO DEL SUELO SECO grs	109.31	110.15	110.44	110.40
% DE HUMEDAD	14.72	14.72	14.72	14.72
PROMEDIO % DE HUMEDAD	14.72			


**Determinación del Gravedad Especifico de Solidos** ASTM D-854

LATA	3	4
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00
METODO DE REMOCION DEL AIREa	Vacio	Vacio
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO	717.52	717.58
TEMPERATURA °C	22.00	22.00
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	643.68	643.71
PLATO EVAPORADO Nº	3	4
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs	320.00	300.00
PESO DEL SUELO SECO grs	120.00	120.00
VOLUMEN DE SOLIDOS cm3	46.16	46.13
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°	2.60	2.60
PROMEDIO Gs	2.60	


**Determinación del Peso Volumetrico** ASTM D-2937


ENSAYO				
PESO DE MOLDE Grs				
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			<b>N/D</b>	
PESO DEL SUELO HUMEDO Ggrs				
VOLUMEN DEL MOLDE Cm3				
PESO UNITARIO Grs/cm3				
PROMEDIO Grs/cm3				

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



*Ing. Carlos E. Chang Rojas*  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCO  
 CIP Nº 56139  
 UNSM - FICA





*Robert Navarro Mori*  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU



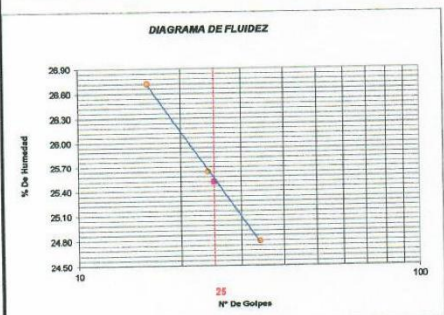
Tesis : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN Ubicación : Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m  
 Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZ Colocada: C - 03 Fecha: 28/08/2019

Material : Referencia : TESIS UCV Procedencia : C - 03 Coordenadas N: — E: —  
 Tipo de Muestra : Alterada : X No alterada: — Remoldeada : X Testigo Paralelo : —  
 Extracción de la Muestra : Testigos : SI Fecha de Recepción: 23/08/2019 Fecha De Emplazo Ensayo : 23/08/2019  
 Fecha de Solicitud de ensayo: 23/08/2019 Fecha Terminó Ensayo : 28/08/2019

**DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG**

Determinación del Límite Líquido **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	19	20	21
PESO DE LATA grs	14.32	14.11	13.99
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	42.11	40.52	43.74
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	36.25	35.13	37.83
PESO DEL AGUA grs	5.86	5.39	5.91
PESO DEL SUELO SECO grs	21.93	21.02	23.84
% DE HUMEDAD	29.72	25.64	24.79
NUMERO DE GOLPES	16	24	34



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	25.52
Límite Plástico (%)	16.16
Índice de Plasticidad Ip (%)	9.36
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	22	23	24
PESO DE LATA grs	14.99	14.00	14.00
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	38.75	36.85	39.45
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	35.45	33.50	35.90
PESO DEL AGUA grs	3.30	3.15	3.55
PESO DEL SUELO SECO grs	20.46	19.50	21.90
% DE HUMEDAD	16.13	16.15	16.21
% PROMEDIO		16.16	

LIMITE DE CONTRACCION ASTM D-427

Ensayo N°	
Peso Rec + Suelo húmedo Gr.	
Peso Rec + Suelo seco Gr.	
Peso de rec. De contracción Gr.	
Peso del suelo seco Gr.	<b>N.D.</b>
Peso del agua Gr.	
Humedad %	
Volumen Inicial (Suelo Húmedo) cm3	
Volumen Final (Suelo Seco) cm3	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



*Carlos E. Chung Rojas*  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS  
 CIP N° 56139  
 UNSM-FICA



*Robert Navarro Mori*  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS, GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522544 - fax 521402 - Anexo 119  
Tarapoto - Perú



## REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :	SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALEZ			Elaboro :	Tesistas			
Testis :	ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2020			Coord :	N: _____ E: _____			
Ubicacion:	DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN			Fecha :	28/08/2019			
Calicata N°	C-03	Nivel freático No presenta	Prof. Exo. 1.70 (m)	Cota As. 296.00 (msnm)				
Cota As. (m)	Capa	Descripción de la Capa de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
295.00	I	Afirmado mezcla de suelo con arcilla con presencia de gravas con diámetros de 1/4" hasta 2", afirmado con problemas de lixiviación	A-2-4(0)	GM-GC		0.20	10.52	
294.80	II	El suelo es una arena arcillosa de densidad media con finos de 36.07%, de plasticidad baja LL = 25.52%, color marrón con betas amarillas, con matriz de arena fina con una resistencia al corte de regular a buena, con % de arena de 63.93.	A-4(1)	SC		1.50	14.72	
293.30								

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M. (registro sin escala)



*Carlos E. Chung Rojas*  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV.º  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA





**C - 04**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



Tesis : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CAGATACHI - CHIRAPA, 2019

Localización de la Tesis: DISTRITO DE CAGATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación : Cacatachi-Chirapa

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m

Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Calicata: C - 04 Fecha: 28/08/2019

Material : Referencia : TESIS UCV Procedencia : C - 04 Coordenadas N:----- E:-----

Tipo de Muestra : Alterado :  No alterado :  Remoldeada :  Testigo Parafinado :

Extracción de la Muestra : Testistas: SI Fecha de Recepción: 23/08/2019 Fecha De empleo Ensayo : 23/08/2019  
Fecha de Solicitud de ensayo: 23/08/2019 Fecha Termino Ensayo : 28/08/2019

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	17	18	19	20
PESO DE LATA grs	102.25	101.85	106.85	107.56
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	355.20	355.61	355.82	355.67
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	322.10	322.32	323.15	323.15
PESO DEL AGUA grs	33.10	33.29	32.67	32.52
PESO DEL SUELO SECO grs	219.85	220.67	216.50	215.59
% DE HUMEDAD	15.06	15.09	15.09	15.08
PROMEDIO % DE HUMEDAD	15.08			

Determinación del Gravedad Especifico de Solidos ASTM D-854

LATA	3	4
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00
METODO DE REMOCION DEL AIREa	Vacio	Vacio
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO	718.56	718.52
TEMPERATURA °C	23.00	23.00
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	644.80	644.85
PLATO EVAPORADO N°	3	4
PESO DEL PLATO EVAH+SUELO SECO grs	320.00	300.00
PESO DEL SUELO SECO grs	120.00	120.00
VOLUMEN DE SOLIDOS cm3	46.24	46.33
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°	2.60	2.59
PROMEDIO Gs	2.59	

Determinación del Peso Volumetrico ASTM D-2937

ENSAYO				
PESO DE MOLDE Grs				
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			N.D	
PESO DEL SUELO HUMEDO Ggrs				
VOLUMEN DEL MOLDE Cm3				
PESO UNITARIO Grs/m3				
PROMEDIO Grs/cm3				

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



*Carlos E. Chung Rojas*  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVC  
CIP N° 56133  
UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
Robert Navarro Mori  
TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
ING. CIVIL : ESR. 0219



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119

MORALES - PERU



**Tesis :** ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019

**Localización de la Tesis:** DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN **Ubicación :** Cacatachi-Chirapa

**Descripción del Suelo:** Suelo Arenoso Arcilloso **Profundidad de la Muestra:** 0.20-1.70 m

**Hecho Por :** SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZ Calcata: **C - 04** **Fecha:** 28/08/2019

**Material :** Referencia : TESIS UCY Procedencia : C - 04 Coordenadas N: E:

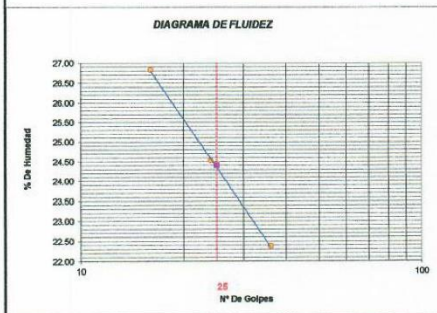
**Tipo de Muestra :** Alterada : X No alterada : X Remoldeada : Testigo Paralelo :

**Extracción de la Muestra :** Testeas: SI Fecha de Recepción: 17/08/2019 Fecha de Empezo Ensayo: 18/08/2019  
Fecha de Solicitud de ensayo: 17/08/2019 Fecha Termina Ensayo: 22/08/2019

### DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	101	102	103
PESO DE LATA grs	15,65	15,51	15,85
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	85,98	85,81	85,78
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	71,10	71,80	72,99
PESO DEL AGUA grs	14,88	13,81	12,79
PESO DEL SUELO SECO grs	55,45	56,29	57,14
% DE HUMEDAD	26,83	24,53	22,38
NUMERO DE GOLPES	16	24	36



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	24.41
Límite Plástico (%)	16.69
Índice de Plasticidad Ip (%)	7.72
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	104	105	106
PESO DE LATA grs	15,29	15,21	15,72
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	46,65	46,28	46,58
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	42,17	41,83	42,17
PESO DEL AGUA grs	4,48	4,45	4,41
PESO DEL SUELO SECO grs	26,88	26,82	26,45
% DE HUMEDAD	16,67	16,72	16,67
% PROMEDIO	16,69		

LÍMITE DE CONTRACCION ASTM D-427

Ensayo N°	
Peso Rec + Suelo húmedo Gr.	
Peso Rec + Suelo seco Gr.	
Peso de rec. De contracción Gr.	
Peso del suelo seco Gr.	N.D.
Peso del agua Gr.	
Humedad %	
Volumen Inicial (Suelo Húmedo) cm3	
Volumen Final (Suelo Seco) cm3	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	

OBSERVACIONES:



*Carlos E. Chung Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCS  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
 Ing. Robert Navarro Mori  
 JEFE LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219





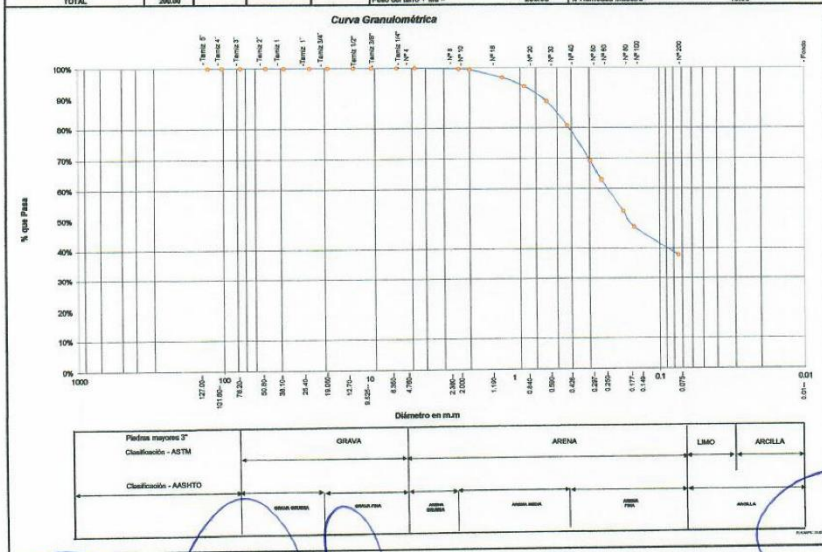
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES  
 MORALES - PERU



Tesis : **ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLÁTANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019**  
 Localización de la Tesis: **DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN** Ubicación : **Cacatachi-Chirapa**  
 Descripción del Suelo: **Suelo Arenoso Arcilloso** Ubicación : **0.20-1.70 m** Calicata: **C - 04**  
 Muecho Por : **SANDRA MELISA MORE GARCÍA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES** Fecha: **28/08/2019**

**Materia:** Referencia : **TERREUCV** Procedencia : **C - 04** Coordenadas : **N** **E**  
**Tipo de Muestra:** Alarada : **X** No alarada : **X** Tipo de Parafuso : **-**  
**Extracción de la Muestra:** Técnica : **SI** Fecha de Recepción : **23/06/2019** Fecha de empico de ensayo : **23/08/2019**  
 Fecha de solicitud de Ensayo : **23/06/2019** Fecha Tiempo Ensayo : **23/06/2019**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.º P. 400.012					Composición Granométrica %			
Ø (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasado	% Queda Pasa	GRAVA	ARENA	LIMO Y ARCILLAS	% QUE PASA PARA CLASIFICACION
Tamiz 8"	127.00				0.00%	62.10%	37.91%	Nº 4 = 100.00% Nº 40 = 80.69%
Tamiz 4"	991.60							Nº 10 = 99.27% Nº 200 = 37.91%
Tamiz 2"	78.20							
Tamiz 1 1/2"	69.80							
Tamiz 1"	35.40							
Tamiz 3/4"	19.050							
Tamiz 1/2"	12.700							
Tamiz 3/8"	9.928							
Tamiz 1/4"	6.950							
Nº 4	4.760			100.00%				
Nº 8	3.390	0.63	0.34%	0.34%	99.66%			
Nº 10	2.990	0.58	0.29%	0.62%	99.37%			
Nº 15	1.190	0.50	2.55%	3.15%	96.82%			
Nº 20	0.840	0.52	2.68%	6.14%	93.89%			
Nº 30	0.600	0.53	4.92%	11.06%	88.99%			
Nº 40	0.428	0.52	8.20%	19.32%	80.69%			
Nº 60	0.297	0.27	11.44%	30.77%	69.22%			
Nº 80	0.250	0.23	9.23%	37.07%	62.94%			
Nº 100	0.177	0.20	10.37%	47.40%	52.61%			
Nº 150	0.148	0.49	9.26%	57.64%	42.36%			
Nº 200	0.074	0.51	9.48%	62.12%	37.91%			
Pondero	0.04	0.51	37.91%	100.00%	0.00%			
TOTAL	200.00							



**Ing. Carlos E. Chung Rojas**  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAN  
 CIP Nº 56139  
 UNSM-FICA



**Robert Navarro Mori**  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Teléfono 522544 - fax 521402 - Anexo 119  
 Tarapoto - Perú



**REGISTRO DE EXCAVACION**

Ejecuta :		SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES				Elaboro :		Tesis	
Tesis :		ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2020				Coord :		N:----- E:-----	
Ubicación:		DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN				Fecha :		28/08/2019	
Calicata N°	C-04	Nivel freático No presenta	Prof. Exc.	1.70 (m)	Cota As.	295.00 (msnm)			
Cota As. (m)	Capa	Descripción de la Capa de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
295.00	I	Afirmado mezcla de suelo con arcilla con presencia de gravas con diámetros de 1/4" hasta 2", afirmado con problemas de lixiviación	A-2-4(0)	GM-GC		0.20	10.11		
294.80	II	El suelo es una arena arcillosa de densidad media con finos de 37.91% , de plasticidad baja LL = 24.41%, color marrón con betas amarillas, con matriz de arena fina con una resistencia al corte de regular a buena, con % de arena de 62.10	A-4(1)	SC		1.50	15.08		
293.30									

**OBSERVACIONES:** Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)



*Carlos E. Chung Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVCº  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA





**Tesis :** ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
**Localización de la Tesis:** DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO, Y REGIÓN SAN MARTÍN **Ubicación :** Cacatachi-Chirapa  
**Descripción del Suelo:** Suelo Arenoso Arcilloso **Profundidad de la Muestra:** 0.20-1.70 m  
**Hecho Por :** SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES **Calicata:** C - 05 **Fecha:** 28/08/2019

**Material :** Referencia : TESIS UCV Procedencia : C - 05 Coordenadas N: E:

**Tipo de Muestra :** Alterada :  No alterada:  Remoldeada :  Testigo Parafinado :

**Extracción de la Muestra :** Testeas: SI Fecha de Recepción: 23/08/2019 Fecha De empleo Ensayo : 23/08/2019  
 Fecha de Solicitud de ensayo: 23/08/2019 Fecha Termino Ensayo : 28/08/2019

**Determinación del % de Humedad Natural** ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	21	22	23	24
PESO DE LATA grs	58.85	59.82	59.76	58.71
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	159.85	159.62	159.75	159.86
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	149.10	149.12	149.21	149.25
PESO DEL AGUA grs	10.55	10.50	10.54	10.61
PESO DEL SUELO SECO grs	90.45	90.30	90.45	90.54
% DE HUMEDAD	11.66	11.63	11.65	11.72
PROMEDIO % DE HUMEDAD	11.67			






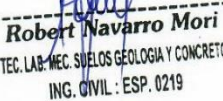

**Determinación del Gravedad Especifico de Solidos** ASTM D-854

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00
METODO DE REMOCION DEL AIRE	Vacio	Vacio
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO	717.68	717.80
TEMPERATURA °C	23.00	23.00
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	643.82	643.90
PLATO EVAPORADO N°	1	2
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs	320.00	300.00
PESO DEL SUELO SECO grs	120.00	120.00
VOLUMEN DE SOLIDOS cm <sup>3</sup>	46.14	46.10
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°	2.60	2.60
PROMEDIO Gs	2.60	

**Determinación del Peso Volumetrico** ASTM D-2937

ENSAYO				
PESO DE MOLDE Grs				
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			N.D	
PESO DEL SUELO HUMEDO Grs				
VOLUMEN DEL MOLDE Cm <sup>3</sup>				
PESO UNITARIO Grs/cm <sup>3</sup>				
PROMEDIO Grs/cm <sup>3</sup>				

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_





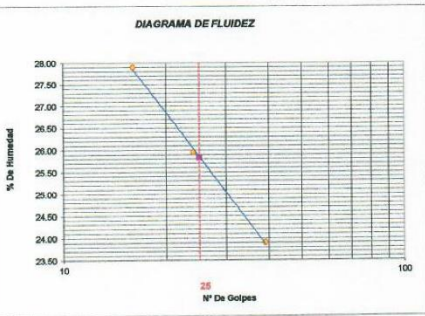
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU



Tesis : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN Ubicación : Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m  
 Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Calicata: C - 05 Fecha: 28/08/2019  
 Material : Referencia : TESIS UCV Procedencia : C - 05 Coordenadas : N:— E:—  
 Tipo de Muestra : Alterada : X No alterada : X Remoldeada : - Testigo Parafinado : -  
 Extracción de la Muestra : Testista : SI Fecha de Recepción: 23/08/2019 Fecha De Empezo Ensayo : 23/08/2019  
 Fecha de Solicitud de ensayo: 23/08/2019 Fecha Termina Ensayo : 28/08/2019

**DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG**

Determinación del Límite Líquido		ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129		
LATA		156	158	160
PESO DE LATA grs		25.65	25.77	25.81
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs		90.65	91.56	90.85
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs		76.47	77.96	78.30
PESO DEL AGUA grs		14.18	13.60	12.55
PESO DEL SUELO SECO grs		50.82	52.39	52.49
% DE HUMEDAD		27.90	25.96	23.91
NUMERO DE GOLPES		16	24	39



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	25.83
Límite Plástico (%)	16.99
Indice de Plasticidad Ip (%)	8.84
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Indice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico		ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129		
LATA		162	165	168
PESO DE LATA grs		25.82	25.77	25.88
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs		56.89	56.75	56.81
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs		52.38	52.25	52.29
PESO DEL AGUA grs		4.51	4.50	4.52
PESO DEL SUELO SECO grs		26.56	26.48	26.61
% DE HUMEDAD		16.98	16.99	16.99
% PROMEDIO			16.99	

LIMITE DE CONTRACCION ASTM D-427	
Ensayo N°	
Peso Rec + Suelo húmedo Gr.	
Peso Rec + Suelo seco Gr.	
Peso de rec. De contracción Gr.	
Peso del suelo seco Gr.	
Peso del agua Gr.	<b>N.D.</b>
Humedad %	
Volumen Inicial (Suelo Húmedo) cm3	
Volumen Final (Suelo Seco) cm3	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



*Carlos E. Chung Rojas*  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVC  
 CIP N° 56139  
 UNSM-PICA



*Robert Navarro Mori*  
 TEG. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219



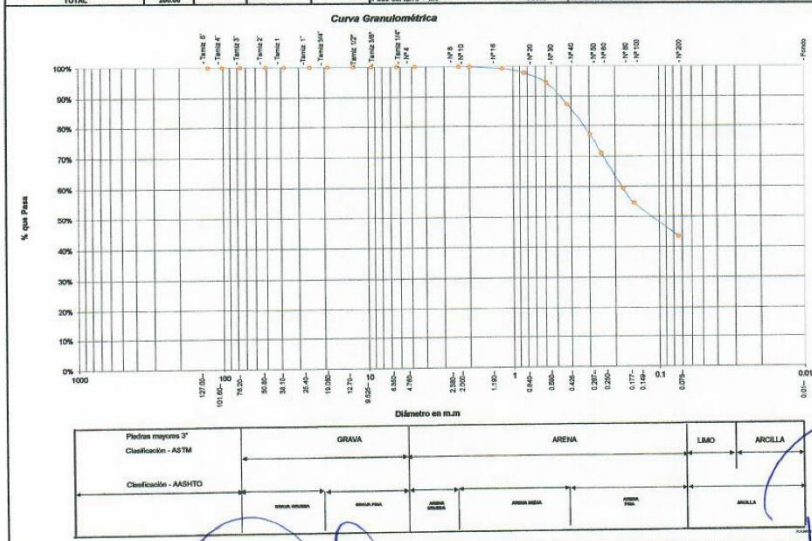
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES  
 MORALES - PERU



Proyecto: **ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019**  
 Localización del Proyecto: **DEPARTAMENTO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y SECCION SAN MARTIN** Ubicación: **Cacatachi-Chirapa**  
 Descripción del Sitio: **Suelo Arcilloso Anfibio** Calicota: **C-05**  
 Hecho Por: **SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES** Fecha: **28/08/2019**

Material: Referencia: **TEBUCV** Procedencia: **C-05** Coordenadas: **N: E:**  
 Tipo de Muestra: Alterada: **X** No alterada: **X** Testeo Paralelo: **-**  
 Estracción de la Muestra: Técnica: **III** Fecha de Recepción: **23/08/2019** Fecha de empleo de ensayo: **23/08/2019**  
 Fecha de solicitud de Ensayo: **23/08/2019** Fecha Término Ensayo: **28/08/2019**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.Y.P. 400.017					Composición Granulométrica %				
Tamiz	Apertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	arena	% QUE PASA PARA CLASIFICACION			
Tamiz #4	4.75	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	Nº4 = 100.00%	Nº40 = 87.42%		
Tamiz #10	2.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	Nº10 = 99.99%	Nº200 = 43.52%		
Tamiz #20	0.84	2.79	1.40%	2.17%	97.84%				
Tamiz #40	0.425	14.13	7.07%	13.98%	87.42%				
Tamiz #60	0.25	30.26	15.15%	22.22%	77.88%				
Tamiz #100	0.15	48.28	24.14%	38.52%	61.48%				
Tamiz #200	0.075	106.5	53.25%	87.42%	12.58%				
Fondo		87.03	43.52%	100.00%	0.00%				
TOTAL		200.00							



**Ing. Carlos E. Chung Rojas**  
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y  
 CIP Nº 56139  
 UNSM - FICA



**Robert Navarro Mori**  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL - ESP 0219





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Teléfono 522544 - fax 521402 - Anexo 119

Tarapoto - Perú



## REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :		SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES				Elaboro :		Tesisistas	
Tesis :		ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CAGATACHI - CHIRAPA, 2020				Coord :		N:----- E:-----	
Ubicación:		DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN				Fecha :		28/08/2019	
Calicata N°	C-05	Nivel freático No presenta	Prof. Exc.	1.70 (m)	Cota As.	295.00 (msnm)			
Cota As. (m)	Capa	Descripción de la Capa de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO	
			AASITO	SUCS	SIMBOLO				
295.00	I	Afirmado mezcla de suelo con arcilla con presencia de gravas con diámetros de 1/4" hasta 2", afirmado con problemas de lixiviación	A-2-4(0)	GM-GC		0.20	5.68		
294.80	II	El suelo es una arena arcillosa de densidad media con finos de 43.52% , de plasticidad baja LL = 25.63%, color marrón con betas amarillas, con matriz de arena fina con una resistencia al corte de regular a buena, con % de arena de 56.49	A-4(1)	SC		1.50	11.67		
293.30									

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M, (registro sin escala)



*Carlos E. Chung Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV<sup>to</sup>  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA



# ***PROCTOR Y CBR PATRON***





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU



Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C - 02  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 03/09/2019

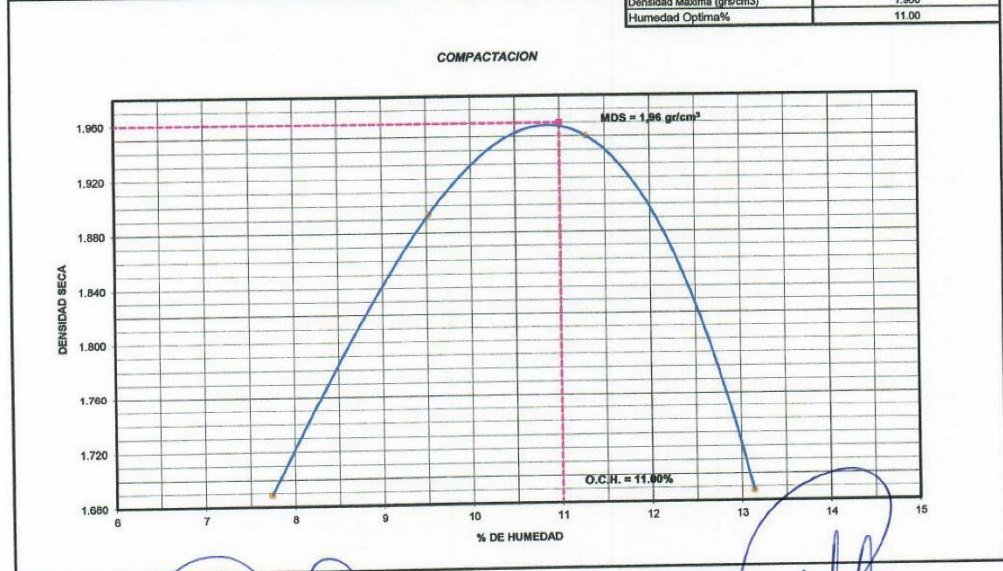
Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07  
 Sobrecarga: 10 Lbs.

**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**  
**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	56.78	55.65	55.43	55.25
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	157.95	156.58	156.95	156.58
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	150.88	149.30	148.12	147.70
PESO DEL AGUA (grs)	7.27	7.28	8.83	8.88
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.9	93.7	92.5	92.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.74	7.77	9.53	9.61
% PROMEDIO	7.74	9.53	11.30	13.14

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.74	9.53	11.30	13.14
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10310.00	10850.00	11055.00	10500.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	3863	4403	4608	4053
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.82	2.07	2.17	1.91
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.689	1.894	1.950	1.69
Densidad Máxima (grs/cm3)				1.960
Humedad Óptima%				11.00



**Facultad de Ingeniería Civil**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS PAVO  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA

**Facultad de Ingeniería Civil**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 Robert Navarro Mori  
 JEFE LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL - ESP. 0219







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU



Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C-02  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 03/09/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068  
 Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 9.972631  
 VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883  
 Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	1		2		3	
PESO DEL TARRO (grs)	56.65	56.58	56.85	56.65	56.70	56.80
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.80	156.95	156.82	156.77	156.72	156.81
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	146.89	146.98	146.97	146.78	146.82	146.89
PESO DEL AGUA (grs)	9.92	9.97	9.85	9.99	9.90	9.92
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	90.23	90.40	90.12	90.13	90.12	90.09
CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.99	11.03	10.93	11.08	10.99	11.01
% PROMEDIO	11.01		11.01		11.00	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.01	11.01	11.00
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8678.00	8535.00	8380.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4090.00	4095.00	4100.00
PESO DEL SUELO (grs)	4618.00	4440.00	4280.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.18	2.09	2.02
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.959	1.884	1.816

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56			Nº GOLPES 25			Nº GOLPES 13			
			Lec Dial	EXPANSION		Lec Dial	EXPANSION		Lec Dial	EXPANSION		
				m.m	%		m.m	%		m.m	%	m.m.M
29/08/2019	08:12:00	0	67.00	0.00	0.00	89.00	0.00	0.00	54.00	0.00	0.00	117
30/08/2019	08:12:00	24	67.70	0.70	0.60	89.90	0.90	0.77	55.80	1.80	1.54	117
31/08/2019	08:12:00	48	68.90	1.90	1.62	91.60	2.60	2.22	57.60	3.60	3.08	117
01/09/2019	08:12:00	72	68.90	1.90	1.62	91.60	2.60	2.22	57.60	3.60	3.08	117
02/09/2019	08:12:00	96	68.90	1.90	1.62	91.60	2.60	2.22	57.60	3.60	3.08	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56 Nº de golpes				Molde Nº 25 Nº de golpes				Molde Nº 13 Nº de golpes			
	Lec Dial	CORRECCION			Lec Dial	CORRECCION			Lec Dial	CORRECCION		
		Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2	
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	3.00	72.62	24.21		2.00	62.65	20.88		1.00	52.67	17.56	
0.050	9.00	132.46	44.15		5.00	92.57	30.86		5.00	92.57	30.86	
0.075	17.00	212.24	70.75		11.00	152.40	50.80		8.00	122.48	40.83	
0.100	26.00	301.99	100.66	10.07	18.00	222.21	74.07	7.41	11.00	152.40	50.80	5.08
0.150	38.00	421.66	140.55		28.00	321.94	107.31		18.00	222.21	74.07	
0.200	45.00	491.47	163.82	10.92	36.00	401.72	133.91	8.93	25.00	292.02	97.34	6.49
0.250	55.00	591.20	197.07		39.00	431.63	143.88		32.00	361.83	120.81	
0.300	62.00	661.01	220.34		45.00	491.47	163.82		36.00	401.72	133.91	
0.400	68.00	720.84	240.28		50.00	541.33	180.44		36.00	401.72	133.91	
0.500	69.00	730.81	243.60		51.00	551.31	183.77		37.00	411.69	137.23	



Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVC°  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA



Robert Navarro Mori  
 T.C. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL - ESP. 0219



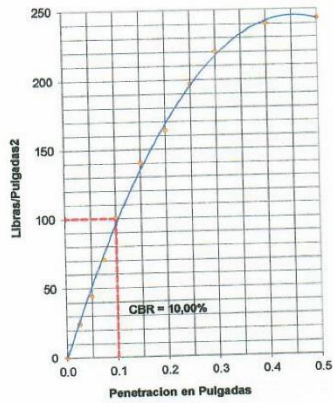


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU

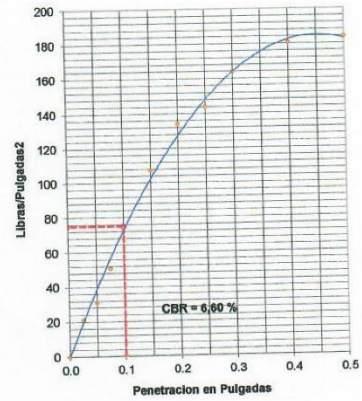


Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: C-02  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDRÓGO GONZALES Fecha: 03/09/2019

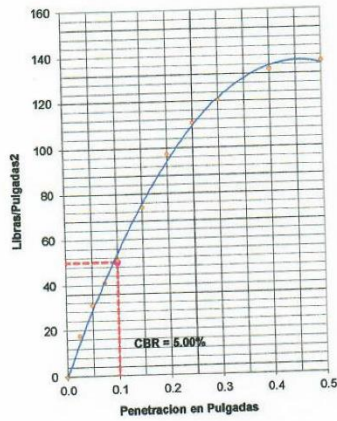
56 GOLPES



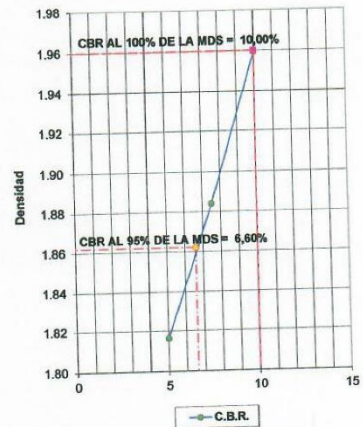
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm <sup>3</sup>	EXPANC.	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	11.01	1.96	1.62	100	10.00		
25	11.01	1.88	2.22	96	7.50	6.60	
13	11.00	1.82	3.08	93	5.00		10.00



*Carlos E. Chung Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCS  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA



*Robert Navarrio Mori*  
 Robert Navarrio Mori  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS, GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219

***PROCTOR Y CBR PATRON  
+1.25% DE ADICION DE  
RESINA DE PLATANO***







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
MORALES - PERU



Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patron+ 1.25%  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 03/09/2019

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol.: 2123.07  
Sobrecarga: 10 Lbs.

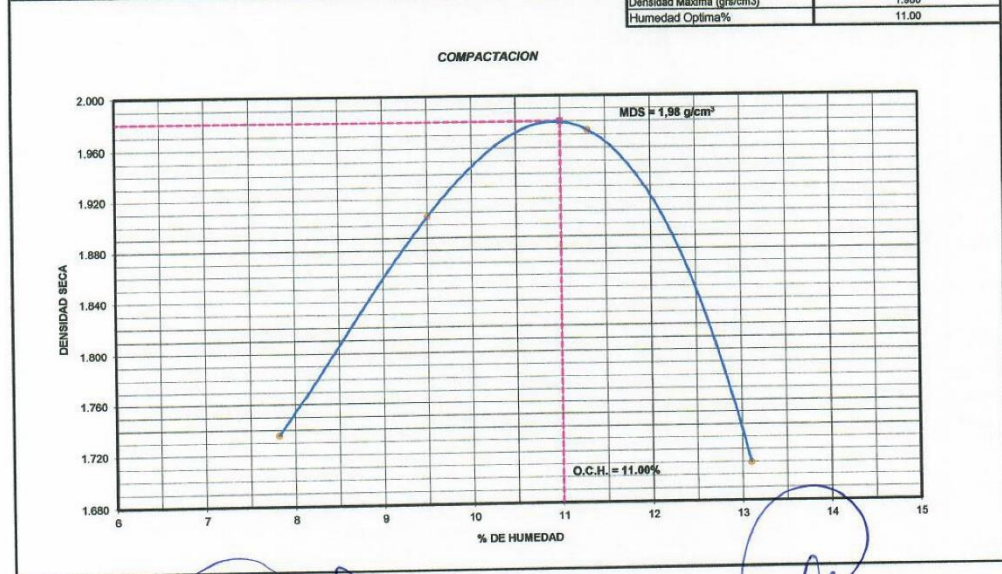
### RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

#### Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	55.68	55.92	55.81	55.72
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.82	156.72	156.75	156.78
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	149.50	149.40	148.00	147.98
PESO DEL AGUA (grs)	7.32	7.32	8.75	8.80
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.8	93.5	92.4	92.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.80	7.83	9.47	9.54
% PROMEDIO	7.82	9.50	11.31	13.10

#### Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.82	9.50	11.31	13.10
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10420.00	10880.00	11110.00	10552.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	3973	4433	4663	4105
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.87	2.09	2.20	1.93
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.736	1.907	1.973	1.71
			Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	1.989
			Humedad Óptima%	11.00



*[Signature]*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVY  
 CIP N° 56139  
 UNSM-FICA



*[Signature]*  
 Robert Navarro Mori  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL - ESP. 0219



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
MORALES - PERU



Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patrón+ 1.25%  
Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCÍA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 03/09/2019

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068  
Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 9.972631  
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883  
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	1		2		3	
PESO DEL TARRO (grs)	55.28	55.62	55.55	55.12	56.25	56.18
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	157.68	157.25	156.85	156.28	156.29	156.56
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	147.55	147.17	146.90	146.26	146.40	146.58
PESO DEL AGUA (grs)	10.13	10.08	10.05	10.02	9.89	9.97
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	92.27	91.55	91.25	91.14	90.15	90.40
CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.98	11.01	11.01	10.99	10.97	11.03
% PROMEDIO	10.99		11.00		11.00	

Determinación de la Densidad

	10.99	11.00	11.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %			
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8763.00	8560.00	8398.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4096.00	4075.00	4092.00
PESO DEL SUELO (grs)	4667.00	4485.00	4306.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	2.20	2.11	2.03
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.980	1.903	1.827

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56			N° GOLPES 25			N° GOLPES 13		
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN	
				m.m	%		m.m	%		m.m	%
03/10/2019	07:22:00	0	55.00	0.00	0.00	85.00	0.00	0.00	101.00	0.00	0.00
04/10/2019	07:22:00	24	55.50	0.50	0.43	85.90	0.90	0.77	102.80	1.80	1.54
05/10/2019	07:22:00	48	56.20	1.20	1.03	86.50	1.50	1.28	103.50	2.50	2.14
06/10/2019	07:22:00	72	56.80	1.80	1.54	87.40	2.40	2.05	104.20	3.20	2.74
07/10/2019	07:22:00	96	56.85	1.85	1.58	87.50	2.50	2.14	104.50	3.50	2.99

**PENETRACIÓN**

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 13			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2	
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
0.025	5.00	92.57	30.86		4.00	82.59	27.53		1.00	52.67	17.56	
0.050	12.00	162.37	54.12		7.00	112.51	37.50		5.00	92.57	30.86	
0.075	21.00	252.13	84.04		16.00	202.26	67.42		9.00	132.46	44.15	
0.100	30.50	346.87	115.62	11.56	22.00	262.10	87.37	8.74	14.00	182.32	60.77	
0.150	42.00	461.55	153.85		32.00	361.83	120.61		20.00	242.15	80.72	
0.200	52.00	561.28	187.09	12.47	40.00	441.61	147.20	9.81	27.00	311.95	103.99	
0.250	63.00	670.98	223.66		47.00	511.42	170.47		32.00	361.83	120.61	
0.300	70.00	740.79	246.93		52.00	561.28	187.09		35.00	391.74	130.58	
0.400	77.00	810.59	270.20		58.00	621.11	207.04		42.00	461.55	153.85	
0.500	78.00	820.57	273.52		59.00	631.09	210.35		43.00	471.53	157.18	



*Carlos E. Chung Rojas*  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVY C  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
TEC. LAB. MEC SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
ING. CIVIL : ESP. 0219







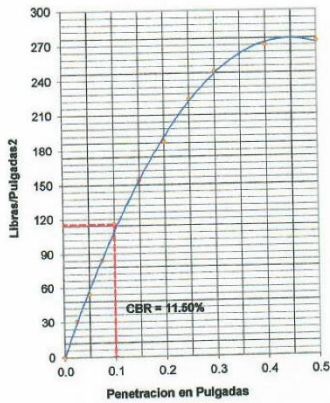
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIG N° 119  
 MORALES - PERU

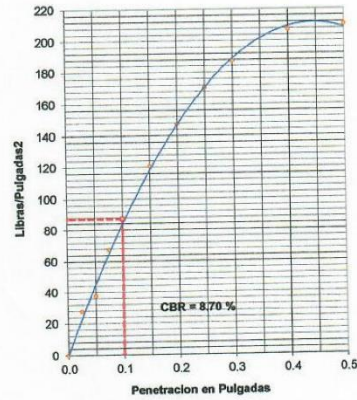


Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patron+ 1.25%  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDRÓGO GONZALES Fecha: 03/09/2019

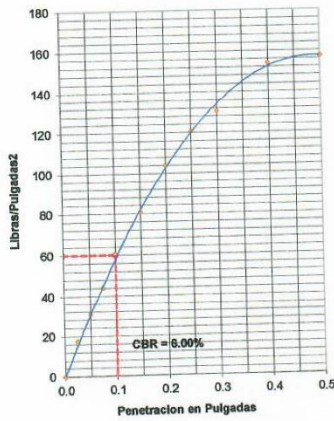
56 GOLPES



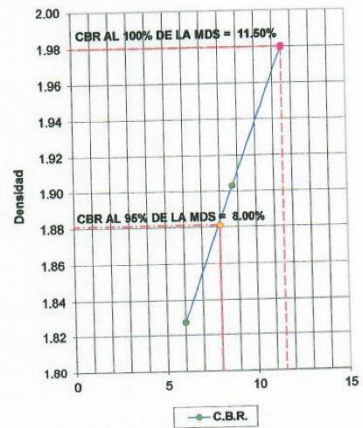
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC.	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	10.99	1.98	1.58	100	11.50		
25	11.00	1.90	2.14	96	8.70	8.00	
13	11.00	1.83	2.99	92	6.00		11.50



Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVY  
 CIP N° 56139  
 UNSM-FICA



Robert Navarro Mori  
 JEFE LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219

***PROCTOR Y CBR PATRON  
+2.50% DE ADICION DE  
RESINA DE PLATANO***





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 821402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU



Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patron+ 2.50%  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCÍA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 07/10/2019

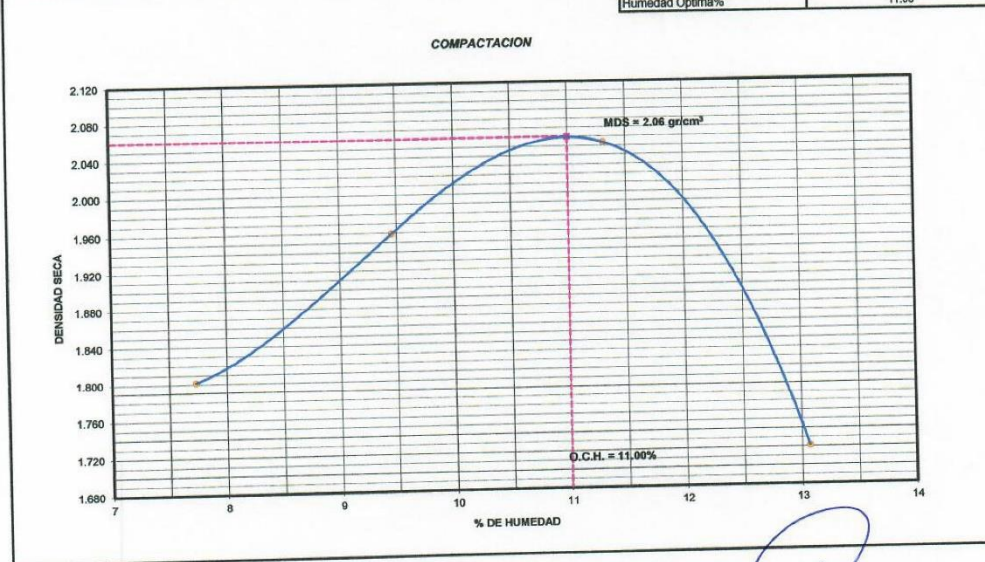
N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07  
Sobrecarga: 10 Lbs.

**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**  
**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	55.52	55.18	55.40	55.70
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.20	156.29	156.65	156.70
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	149.00	149.01	147.90	145.00
PESO DEL AGUA (grs)	7.20	7.28	8.75	11.70
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.5	93.8	92.5	89.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.70	7.76	9.45	13.10
% PROMEDIO	7.73	9.46	11.31	13.07

**Determinación de la Densidad**

	7.73	9.46	11.31	13.07
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.73	9.46	11.31	13.07
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10568.00	11000.00	11300.00	10578.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	4121	4553	4853	4131
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.94	2.14	2.29	1.95
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.802	1.959	2.054	1.72
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.060
			Humedad Óptima%	11.00



*[Signature]*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC  
 CIP-N° 56139  
 UNSM - FICA

*[Signature]*  
 Robert Navarro Mori  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
MORALES - PERU



Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patron+ 2.50%  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 07/10/2019

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068  
Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 9.972631  
 VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA N° / N° GOLPES	1		2		3	
PESO DEL TARRO (grs)	55.25	55.29	55.18	55.12	55.60	55.52
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.68	156.62	156.55	156.59	156.60	156.67
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	146.65	146.55	146.55	146.50	146.58	146.66
PESO DEL AGUA (grs)	10.03	10.07	10.00	10.09	10.02	10.01
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	91.40	91.26	91.37	91.38	90.98	91.14
CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.97	11.03	10.94	11.04	11.01	10.98
% PROMEDIO	11.00		10.99		11.00	

**Determinación de la Densidad**

	11.00	10.99	11.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %			
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8932.00	8695.00	8445.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4078.00	4092.00	4096.00
PESO DEL SUELO (grs)	4854.00	4603.00	4349.00
PESO DEL SUELO (grs)	2.29	2.17	2.05
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.060	1.953	1.845
DENSIDAD SECA (grs/cm3)			

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN						m.m	%	m.m	%	m.m	%
			N° GOLPES 56		N° GOLPES 25		N° GOLPES 13							
			Lec	Dial	Lec	Dial	Lec	Dial						
			0.00	0.00	0.00	0.00	55.00	0.00	0.00	117				
03/10/2019	09:50:00	0	12.00	0.00	98.00	1.50	1.28	56.50	1.50	1.28	117			
04/10/2019	09:50:00	24	12.90	0.80	99.50	1.50	1.28	57.50	2.50	2.14	117			
05/10/2019	09:50:00	48	13.20	1.20	100.00	2.00	1.71	57.50	3.20	2.74	117			
06/10/2019	09:50:00	72	13.70	1.70	100.20	2.20	1.88	58.20	3.30	2.82	117			
07/10/2019	09:50:00	96	13.80	1.80	100.35	2.35	2.01	58.30	3.30	2.82	117			

**PENETRACIÓN**

Penetración en pulgadas	Molde N° 56			Molde N° 25			Molde N° 13		
	CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN		
	Lec	Dial	Lbs	Lec	Dial	Lbs	Lec	Dial	Lbs
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	7.00	112.51	37.50	12.00	162.37	54.12	3.00	72.62	24.21
0.050	16.00	202.28	67.42	22.00	262.10	87.37	8.00	122.48	40.83
0.075	28.00	321.94	107.31	32.00	361.83	120.61	14.00	182.32	60.77
0.100	38.00	421.66	140.55	46.00	501.44	167.15	23.00	272.07	90.69
0.150	60.00	641.33	210.82	70.00	901.11	247.04	35.00	391.74	130.58
0.200	86.00	901.00	283.63	100.00	1300.78	336.93	42.00	461.55	153.85
0.250	112.00	1200.67	356.44	130.00	1700.45	426.82	49.00	531.36	177.12
0.300	138.00	1500.34	429.25	160.00	2100.12	516.71	54.00	581.22	196.39
0.400	210.00	2100.00	502.06	220.00	2900.00	606.60	62.00	661.01	220.36
0.500	282.00	2800.00	574.87	300.00	3700.00	696.49	63.00	670.86	223.66



*Carlos E. Chung Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVTOS  
 CIR. N° 56139  
 UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
 Ing. Robert Navarro Mori  
 TFC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219



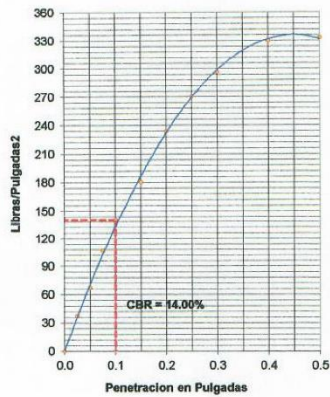
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIG N° 119  
 MORALES - PERU

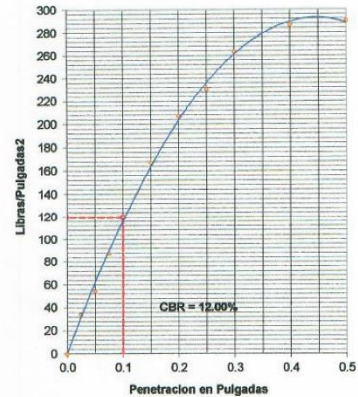


Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLÁTANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patron+ 2.50%  
 Hecho Por : SANDRA MELISA MORE GARCÍA Y ESTELA DEL CARMEN YDRÓGO GONZALES Fecha: 07/10/2019

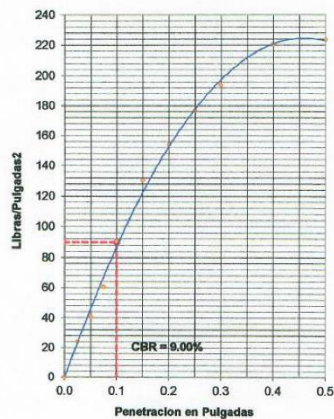
56 GOLPES



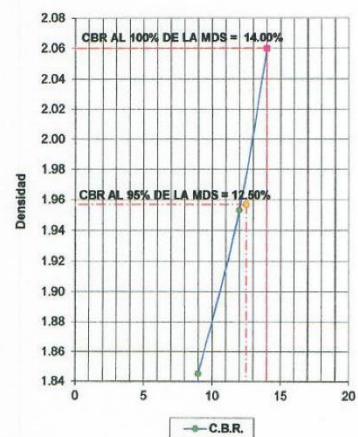
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



**RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

N° GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC.	COMP %	CBR 1'	CBR 95%	CBR 100%
56	11.00	2.06	1.54	100	14.00		
25	10.99	1.95	2.01	95	12.00	12.50	14.00
13	11.08	1.86	2.82	90	9.00		



*Carlos E. Chung Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y C  
 SIP N° 56139  
 UNSM - FICA



*Robert Navarino Mori*  
 Robert Navarino Mori  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS Y PAV. Y CONCRETO  
 ING. ING. CIVIL: 0269 0219



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

***PROCTOR Y CBR PATRON  
+5.00% DE ADICION DE  
RESINA DE PLATANO***





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU



Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patrón+5.00%  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 03/06/2019

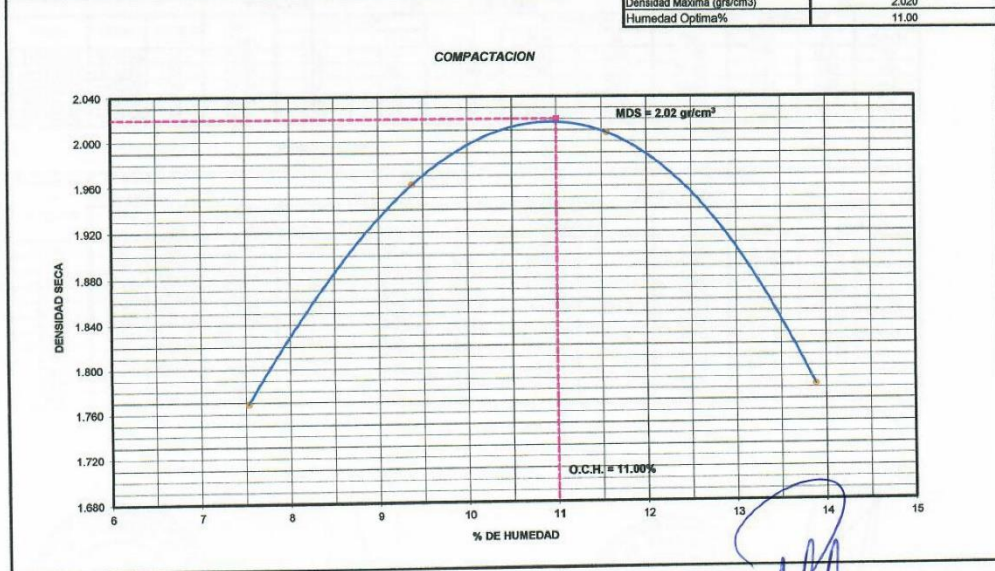
Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07  
 Sobrecarga: 10 Lbs.

**RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**  
**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	55.20	55.29	55.51	55.28
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	156.29	156.21	156.60	156.44
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	149.25	149.10	147.90	144.20
PESO DEL AGUA (grs)	7.04	7.11	8.70	12.30
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	94.1	93.8	92.4	90.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.49	7.58	9.34	13.89
% PROMEDIO	7.53	9.38	11.56	13.88

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.53	9.38	11.56	13.88
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10485.00	11002.00	11202.00	10758.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	4038	4555	4755	4311
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	1.90	2.15	2.24	2.03
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.769	1.962	2.008	1.78
Densidad Máxima (grs/cm3)				2.020
Humedad Óptima%				11.00



*Ing. Carlos E. Chung Rojas*  
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAVIMENTO  
 CIP N° 56133  
 UNSM - FICA

*Robert Navarro Mori*  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU



Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTIN Ubicación: Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patron+5.00%  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES Fecha: 03/09/2019

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Mold: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.068  
 Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 9.972631  
 VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883  
 Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	1		2		3	
PESO DEL TARRÓ (grs)	55.82	55.51	55.60	55.59	55.80	55.67
PESO DEL TARRÓ+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.65	156.52	156.59	156.66	156.62	156.60
PESO DEL TARRÓ+ MUESTRA SECA (grs)	146.65	146.50	146.59	146.64	146.65	146.58
PESO DEL AGUA (grs)	10.00	10.02	10.00	10.02	9.97	10.02
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	91.03	90.99	90.99	91.05	90.85	90.91
CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.99	11.01	10.99	11.00	10.97	11.02
% PROMEDIO	11.00		11.00		11.00	

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.00	11.00	11.00
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8553.00	8588.00	8350.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4092.00	4077.00	4094.00
PESO DEL SUELO (grs)	4761.00	4511.00	4256.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.24	2.12	2.00
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.020	1.914	1.806

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56						N° GOLPES 25						N° GOLPES 13					
			EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		m.m.M			
			Dial	%		Dial	%		Dial	%		Dial	%							
03/10/2019	08:30:00	0	52.00	0.00	0.00	18.00	0.00	0.00	65.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117				
04/10/2019	09:30:00	24	53.90	1.90	1.62	19.80	1.80	1.54	66.95	1.95	1.67	117								
05/10/2019	10:30:00	48	54.50	2.50	2.14	21.00	3.00	2.56	68.00	3.00	2.56	117								
06/10/2019	11:30:00	72	54.80	2.80	2.39	22.05	4.05	3.46	69.70	4.70	4.02	117								
07/10/2019	12:30:00	96	55.00	3.00	2.56	22.10	4.10	3.50	70.00	5.00	4.27	117								

**PENETRACIÓN**

Penetración en pulgadas	Molde N° 56						Molde N° 25						Molde N° 13					
	CORRECCION			Lec	CORRECCION			Lec	CORRECCION			Lec	CORRECCION			Lec		
	Dial	Lbs	Lbs/Pulg2		Dial	Lbs	Lbs/Pulg2		Dial	Lbs	Lbs/Pulg2		Dial	Lbs	Lbs/Pulg2			
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
0.025	7.00	112.51	37.50	5.00	92.57	30.86	1.00	52.67	17.56									
0.050	14.00	182.32	60.77	9.00	132.46	44.15	6.00	102.54	34.18									
0.075	21.00	292.02	97.34	19.00	232.18	77.39	10.00	142.43	47.48									
0.100	28.00	406.70	135.57	13.56	280.00	321.94	107.31	10.73	17.50	217.22	72.41	7.24						
0.150	52.00	561.28	187.09	38.00	421.66	140.55	26.00	301.99	100.66									
0.200	65.00	690.92	230.31	15.35	50.00	541.33	180.44	12.03	33.00	371.80	123.93	8.26						
0.250	75.00	790.65	263.55	58.00	621.11	207.04	40.00	441.61	147.20									
0.300	82.00	860.46	286.82	65.00	690.92	230.31	44.00	481.50	160.50									
0.400	90.00	940.24	313.41	74.00	780.68	263.55	49.00	531.36	177.12									
0.500	91.00	950.21	316.74	75.00	790.65	263.55	50.00	541.33	180.44									

**Ing. Carlos L. Chung Rojas**  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCO  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA



**Robert Navarro Mori**  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS GEOLOGIA Y CONCRETO  
 ING. CIVIL : ESP. 0219





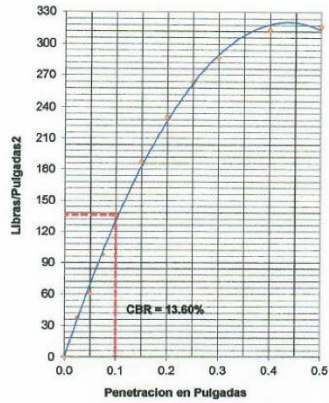
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119  
 MORALES - PERU

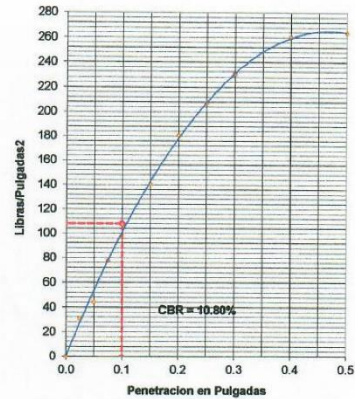


Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019  
 Localización de la Tesis: DISTRITO DE CACATACHI-CHIRAPA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTÍN Ubicación Cacatachi-Chirapa  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.20-1.70 m Calicata: Patron+5.00%  
 Hecho Por: SANDRA MELISA MORE GARCÍA Y ESTELA DEL CARMEN YDRÓGO GONZALES Fecha: 03/09/2019

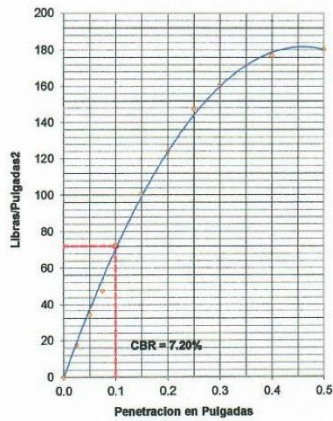
56 GOLPES



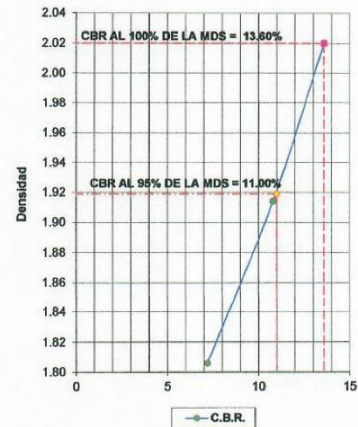
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



**RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

N° GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC.	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	11.00	2.02	2.56	100	13.80		
25	11.00	1.91	3.50	95	10.80	11.00	13.60
13	11.00	1.81	4.27	89	7.20		



*Carlos E. Chang Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chang Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC°  
 CIP N° 56139  
 UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
 Robert Navarro Mori  
 TEC. LAB. MEC. SUELOS (GEOLÓGIA Y CONCRETO)  
 ING. CIVIL : ESP. 0219



***ENSAYO QUIMICO DE LA  
RESINA DE PLATANO***





INFORME TECNICO N° 228-UNSM-LAB-TEC. CONCRETO  
Versión Digital UNSM-TARAPOTO 0169-256-PDF-2019

Rev. Fac. Ing. UCV v.20 n.4 Tarapoto Set. 2,019

**DE** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

**A** : TESISISTAS SANDRA MELISA MORE GARCIA Y ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZALES

**TRABAJO REALIZADO** : EVALUACIÓN FÍSICO Y QUIMICO DE LA RESINA DE PLATANO.

**PARA DESARROLLO** : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO LA RESINA DE PLATANO EN EL TRAMO CACATACHI - CHIRAPA, 2019

### RESUMEN

En el presente informe Técnico se presenta los resultados de la caracterización física y química de la resina de platano, la cual permite evaluar las potencialidades para ser utilizados como un componente del mejoramiento del suelo mediante estabilización mecánica. El producto analizado (resina) como objetivo buscado es determinar la cantidad de sílice amorfa en su composición física y química mediante ensayos de laboratorio, se realizó la caracterización física y química con el fin de determinar si poseen la composición necesaria para ser considerados como posible componente que mejora las características mecánicas del suelo. Esta caracterización se complementara con ensayos de resistencia a compresión de muestras mediante el ensayo de capacidad relativo de soporte, las cuales serán realizadas con diferentes porcentajes hasta conseguir un mejoramiento del suelo.

**Palabras clave:** Adiciones, Estabilización, suelos, Sostenibilidad, Mejoramiento, almidón, azúcares, GC-MS, minerales, composición química.



  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVIC  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA



## **INTRODUCCIÓN**

El producto a ser utilizado surge como la posible adición como un componente que pueda mejorar la resistencia del suelo, así como mejorar las características como permeabilidad, capilaridad y durabilidad.

En el presente informe se describen las características físicas y químicas de la resina de plátano que ha sido evaluado en forma líquida que con una interpretación adecuada se encontrara las cantidades necesarias para cumplir con los objetivos propuestos, todos estos ensayos han sido realizados bajo las normas estipuladas y requeridas.

## **TÉCNICAS EXPERIMENTALES**


El programa experimental de ensayos contempla, la caracterización de los materiales y el estudio físico-químico realizadas a la resina de plátano, la cual formara parte de una mezcla de suelos el cual será verificado con énfasis en la resistencia con en el ensayo CBR.

Los ensayos de laboratorio fueron realizados en nuestro laboratorio, por lo cual todos los métodos experimentales y normas utilizadas en este informe corresponden a las condiciones establecidas por este laboratorio.

## **MATERIALES**

Los materiales y datos adjuntos han sido recibidas en nuestras instalaciones por lo que no nos responsabilizamos por la extracción, colección y transporte de las muestras este material íntegramente ha sido resina de plátano en un promedio de 600 cc.



  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCO  
CIP N° 56139  
UNSM-FICA





**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA RESINA DE PLATANO**

DESCRIPCIÓN	RESINA DE PLATANO	METODOLOGIA
<b>Propiedades Físicos</b>		
Humedad %	96.92	AOAC 930.15
Densidad gr/cm <sup>3</sup>	6.350	AOAC 945.06
Solidos solubles ppm	1.070	NTC 4624 REFRACTO
Acidez Titulable mg/100 g	1.658	NTC 4623 REFRACTO
Azucares reductores g/L	3.200	UV-VIS HP-845
Cenizas %	0.298	AOAC 942.05
Perfil Cristalino	Cambio de Color	DIFRACTOMETRO
PH	6.310	NTC 4592
<b>Análisis Químico</b>		
Ca ppm	90.500	ESPECTROFOTOMETRO
Fe	85.500	ESPECTROFOTOMETRO
Mg ppm	81.900	ESPECTROFOTOMETRO
Almidón %	7.310	ESPECTROFOTOMETRO
K ppm	151.000	ESPECTROFOTOMETRO
Na ppm	82.500	ESPECTROFOTOMETRO
Zn ppm	22.850	ESPECTROFOTOMETRO

**Resultados obtenidos con el uso del equipo de absorción atómica Perkin Elmer 2380 y el equipo de espectrofotómetro marca UV-VIS HP-8453-**



*Carlos E. Chung Rojas*  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYC  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA



## RESULTADOS

### Caracterización físico química de la resina de platano

De acuerdo con estos resultados, la muestra contiene un porcentaje de sólidos solubles bajo y no se encontraron variaciones significativas, mientras que para la densidad sí se observan variaciones. El pH encontrado fue de 6,31%, lo usual en muestras de origen biológico, mientras que la acidez titulable es inferior de 1,658 mg ácido málico/100 g de muestra para la resina, lo que indica que los ácidos orgánicos o se encuentran en baja concentración o en su forma ácida. El contenido de azúcares reductores es 3.20 g/L, la resina está compuesto en su mayor parte por agua, como lo indica la humedad del 96,92%, los sólidos presentes en ella son mayoritariamente orgánicos, y el almidón, los azúcares reductores y otros polisacáridos hacen parte de estos. El porcentaje de cenizas se relaciona con la presencia de cationes minerales 0,298.

Según los resultados el mineral más abundante es el K y el contenido de los otros minerales es normal para este tipo de muestra vegetal, además se percibe cambios en la coloración, se observó la formación de un precipitado blanco lo que ameritó su análisis. El análisis de sólidos sedimentables permitió la cuantificación de la cantidad que precipita de la muestra, correspondiendo a un promedio 5.25 ml / lt +/- 0.89 ml / lt.



  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVY  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA





### **CONCLUSIONES**

Se verificó que la resina de plátano se pueden utilizar como sustitutos parciales del agua en una cantidad representativa de agua para la estabilización de suelos siempre y cuando no sobrepase al 5.2% como componente.

### **RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FISICO QUIMICO DE LA RESINA DE PLATANO**

DESCRIPCIÓN	RESINA DE PLATANO	METODOLOGIA
<b>Propiedades Físicos</b>		
Humedad %	96.92	AOAC 930.15
Densidad gr/cm <sup>3</sup>	6.350	AOAC 945.06
Solidos solubles ppm	1.070	NTC 4624 REFRACTO
Acidez Titulable mg/100 g	1.658	NTC 4623 REFRACTO
Azucares reductores g/L	3.200	UV-VIS HP-845
Cenizas %	0.298	AOAC 942.05
Perfil Cristalino	Cambio de Color	DIFRACTOMETRO
PH	6.310	NTC 4592
<b>Análisis Químico</b>		
Ca ppm	90.500	ESPECTROFOTOMETRO
Fe	85.500	ESPECTROFOTOMETRO
Mg ppm	81.900	ESPECTROFOTOMETRO
Almidón %	7.310	ESPECTROFOTOMETRO
K ppm	151.000	ESPECTROFOTOMETRO
Na ppm	82.500	ESPECTROFOTOMETRO
Zn ppm	22.850	ESPECTROFOTOMETRO

Atentamente:



*Carlos E. Chung Rojas*  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAVYCO  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA

**ANEXO 5:**  
**PROCEDIMIENTOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

En la investigación se tuvo el siguiente orden: como primer trabajo se realizó la localización y ubicación del proyecto donde se seleccionó el tramo más crítico y se extrajo la muestra de cada calicata y colocadas en bolsas especiales para que conserve su humedad natural, luego fue llevado al laboratorio de mecánica de suelos para sus respectivos estudios del proyecto de investigación.

### **Trabajo de Campo**

Se realizó el respectivo levantamiento topográfico para determinar las características geométricas de la carretera donde se seleccionó el tramo más crítico posteriormente realizar las calicatas correspondientes se notó el espesor de los estratos del suelo; empleando el procedimiento de campo (visual – manual) se ha obtenido las clasificaciones de los suelos (sistema unificado de clasificación – SUCS Y AASHTO), aspecto que se corrobora en los ensayos de laboratorio.



*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

*Imagen 01:* Levantamiento Topográfico en la carretera Cacatachi – Chirapa

## Realización de las Calicatas

Se realizaron 5 excavaciones (calicatas) en el tramo de muestra de estudio, con una profundidad de 1.70 m, y un área de 0.80 m de ancho y 1.60 m largo, distribuidas convencionalmente a 1 km entre cada calicata en el lado izquierdo de la carretera, con el objetivo de definir las características de la subrasante y conseguir el perfil estratigráfico del suelo.

### Coordenadas Geográficas de las calicatas

PROG. (km)	COORDENADAS		CALICATA	PROF. (m)	LADO
	ESTE (X)	NORTE (Y)			
Km 2+000	339264.445	9287139.93	C - 01	1.70	Izquierdo
km 3+000	338801.997	9287872.36	C - 02	1.70	Derecho
km 4+000	338919.057	9288531.36	C - 03	1.70	Izquierdo
km 5+000	339067.483	9289181.51	C - 04	1.70	Derecho
km 6+000	338591.193	9289764.08	C - 05	1.70	Izquierdo

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

**CALICATA C – 01;** La excavación de la calicata realizada en el Km 2+000, se pudo observar que contaba con dos estratos de suelo con presencia de arena arcillosa en alto porcentaje, hasta el 1.50 m de profundidad. El color del estrato de suelo fue un color marrón con trazas amarillas, mientras más profundidad mayor humedad se encontraba.

En la Imagen 2, se muestra la excavación en la progresiva Km 2 + 000; carretera Cacatachi – Chirapa, departamento de San Martín.



*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

**Imagen 02:** Excavación de la calicata N°01 en la carretera Cacatachi – Chirapa



**CALICATA C – 02;** Se realizó en el Km 3+000, en cuya excavación se detectó la presencia de suelo arena arcillosa de color marrón con trazas amarillas, variando la intensidad de color con la profundidad, esto se debía a la humedad que contenía el suelo y no se encontró material grava. (Ver Imagen 03).



*Fuente:* Elaboración propia de las tesistas

**Imagen 03:** Excavación de la calicata N°02 en la carretera Cacatachi – Chirapa

**CALICATA C – 03;** Se realizó en el Km 4+000, en cuya excavación se detectó la presencia de suelo arena arcillosa de color marrón con trazas amarillas, variando la intensidad de color con la profundidad, esto se debía a la humedad que contenía el suelo y no se encontró material grava. (Ver Imagen 04).



*Fuente:* Elaboración propia de las tesistas

**Imagen 04:** Excavación de la calicata N°03 en la carretera Cacatachi – Chirapa

**CALICATA C – 04;** Se realizó en el Km 5+000, en cuya excavación se detectó la presencia de suelo arena arcillosa de color marrón con trazas amarillas, variando la intensidad de color con la profundidad, esto se debía a la humedad que contenía el suelo y no se encontró material grava. (Ver Imagen 05).





**Fuente:** Elaboración propia de las tesis

**Imagen 05:** Excavación de la calicata N°04 en la carretera Cacatachi – Chirapa

**CALICATA C – 05;** Se realizó en el Km 6+000, en cuya excavación se detectó la presencia de suelo arena arcillosa de color marrón con trazas amarillas, variando la intensidad de color con la profundidad, esto se debía a la humedad que contenía el suelo y no se encontró material grava. (Ver Imagen 06).



**Fuente:** Elaboración propia de las tesis

**Imagen 06:** Excavación de la calicata N°05 en la carretera Cacatachi – Chirapa

### **Desarrollo de los Ensayos de Laboratorio**

Con la finalidad de determinar las propiedades físicas y mecánicas de la muestra de suelo se desarrollaron ensayos establecidos mediante el procedimiento del Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM – 2000), aprobado por el D.S. N° 034 – 2008 – MTC.

### **Contenido de humedad (Norma MTC E – 108)**

El concepto del contenido de humedad es la cantidad de agua que la muestra de suelo puede retener en su estructura y que esta depende de las características de sus partículas (textura y estructura), y se expresa en la relación de porcentaje del peso de agua entre la muestra de suelo seco; la fórmula de cálculo es:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Dónde:

$W_w$ = Peso de agua presente en la muestra de suelo

$W_s$ = Peso de la muestra de suelo seco

### **Materiales para el ensayo:**

Dentro de los materiales para el ensayo de contenido natural se consideran los siguientes:

- Recipiente de muestreo: el recipiente de muestreo debe ser de porcelana o aluminio ya que será sometido a altas temperaturas de (105° C) y debe ser un material resistente a la corrosión. Para su reconocimiento el recipiente debe estar marcado por un código de identificación.
- Horno de secado: el horno de secado debe tener una temperatura de variación de 110° ± 5° C. y no debe estar expuesta a la luz del sol.
- Balanza de precisión: esta balanza debe tener un sensibilidad de 0.1 gramos, y bien calibradas.
- Herramientas menores: como guantes que soporten altas temperaturas, trapo de limpieza, espátula, notas de apuntes, entre otros.

### **Procedimiento del Ensayo:**

En procedimiento del ensayo se realiza de acuerdo a la norma MTC E-108.

1. Se selecciona un recipiente de muestreo y se coloca pequeñas muestras de suelo en el recipiente, luego se pasa a pesar el recipiente más la muestra de suelo y se toma apunte. Esto se denomina como el peso de suelo húmedo (WHumedo).
2. Después de pesar la muestra de suelo más recipiente se llevada al horno de secado a una temperatura de 105 °C y se deja por un tiempo de 24 horas.

3. Pasado las 24 horas, se procede a retirar los recipientes con las muestra de suelo, se deja enfriar por un tiempo de 10 min, por último se pesa la muestra ya fría y se toma apunte. Esto se denomina peso de la muestra seca (WS).
4. Para encontrar el contenido de humedad de suelo se hace un cálculo con los datos obtenidos; estos datos se remplazan en la siguiente formula:

$$W = \frac{W_{humedo} - W_{seco}}{W_{seco}} \times 100\%$$



(a)



(b)

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis

**Imagen 07:** (a) Muestras de suelo húmedo y (b) Muestras de suelo ya seco

En la Imagen 07, se observa en (a), son dos muestras de suelo húmedo que se tomó por cada tipo de muestra de suelo extraída de cada calicata; en (b), se puede observar las muestras en el horno de secado, estas muestras ya pasaron por un secado de 24 horas, la cual ya están listas para ser retiradas y ser pesadas una vez que se enfríen.

### **Granulometría por tamizado (Norma MTC E – 107)**

La granulometría es la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño; para la determinación de esta distribución se tamiza o se pasa la muestra por mallas con diferentes aberturas de diámetro que va desde una malla de 4", 3", 2 ½",...hasta la malla N° 200 (diámetro de abertura 0.074 mm).

El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se encuentra el diámetro del tamiz con respecto al porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, esto dependerá del uso que se quiera dar al agregado de suelo.

### **Materiales para el ensayo:**

- Recipientes de muestreo: debe ser de material de aluminio, ya que estará sometido a altas temperaturas y debe ser resistente a la corrosión.
- Balanza de precisión: la cual debe tener una sensibilidad de 0.1 gramos, se utilizara para pesar de la muestra de suelo retenido en cada malla.
- Horno de secado: cumple la función de secar el suelo, y debe tener una variación de temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Tamices de malla cuadrada: los tamices que se eligieron fueron desde (  $\frac{1}{4}$ " , N° 4, N° 6, N° 8, N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200), estos tamices deben estar en buenas condiciones y limpias.
- Aparato agitador: se puede contar con una tamizadora eléctrica, la cual nos ayudara a una mejor repartición de partículas de suelo.
- Cepillo y brocha.
- Hoja de apuntes y calculadora.

### **Procedimiento del Ensayo:**

Para el desarrollo del ensayo se realiza el siguiente procedimiento y teniendo en cuenta las recomendaciones de la norma MTC E – 107.

1. Mediante el cuarteo se obtiene la muestra de suelo y se coloca en los recipientes, para ser llevados al horno y dejar secar por 24 horas.
2. Dentro de las 24 horas pasadas se saca las muestras y se deja enfriar por 10 minutos aproximadamente.
3. De la muestra seca, se pesa 300 gr y se lava por la malla N° 200 (abertura 0.074 mm), hasta que el agua de lavado sea cristalina. Luego el material retenido se coloca en un recipiente y se lleva al horno para su secado por 24 horas.
4. Siguiendo, la muestra es sacada del horno y se deja enfriar; luego se pesa la muestra. De esa manera se obtiene el peso lavado y secado al horno.
5. La muestra de suelo ya pesada se hecha por la parte superior de los tamices que fueron colocadas uno tras el otro de acuerdo al tamaño de su abertura, luego se tapa la parte superior y se empieza a sacudir por un espacio de 10 min, para mayor precisión nos ayudamos de una tamizadora eléctrica. Se debe tener cuidado de no perder material durante el zarandeo.

6. Luego se pesa el material que se quedó en cada malla y se toma el apunte respectivo por cada muestra retenida en cada malla.



(a)



(b)

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

**Imagen 08:** Realización de ensayo de Granulometría

En la Imagen 08, Muestra la tamizadora eléctrica en proceso de tamizado de una muestra de suelo, esta máquina empieza a zarandear la muestra por un espacio de 10 min, luego se apaga automáticamente. Se afloja los tornillos sujetadores y se pasa a retirar los tamices, para pesar las muestra de suelo retenido en cada malla.

### **Límite líquido (Norma MTC E – 110)**

El límite líquido se define al contenido de humedad por cual el suelo se tiene un comportamiento como un material plástico. Para determinar el limite liquido se realiza mediante el ensayo de la copa Casagrande (D- 4318 ASTM) y se define como el contenido de agua por el cual cierra la ranura de 12.7 mm, mediante 25 golpes.

### **Materiales para el ensayo:**

- Horno se secado: con la capacidad de mantener temperaturas constantes de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Recipientes de muestreo: preferencia que sean de material de aluminio.
- Espátula y cuchara: para el mejor manejo de la mezcla de suelo y agua.
- Un gotero: instrumento que nos ayuda a calcular la cantidad de agua requerida para la muestra de suelo.
- Balanza de sensibilidad de 0.1 gramos.



- Copa de Casagrande eléctrica: está compuesto por una cuchara de bronce, sobre una base de caucho y esta máquina funciona automáticamente.
- Herramientas adicionales: como trapo de limpieza, guantes impermeables, hoja de apuntes, entre otros.

**Procedimiento del Ensayo:**

El ensayo copa de casa grande, para determinar el límite líquido de la muestra se realiza bajo la norma MTC E – 110. El procedimiento fue el siguiente:

1. De la muestra seca, obtener 200 gr de suelo pasante por la malla N° 40 (abertura 0.425 mm) y colocar en un recipiente.
2. Poner en un recipiente 100 gr de suelo y añadir una pequeña cantidad de agua, ayudándose del gotero, luego mezcle muy bien con la espátula hasta conseguir una mezcla homogénea.
3. De la mezcla ya humedecida con agua se coloca una pequeña cantidad en la parte central de la copa Casagrande y con la ayuda de la espátula se nivela la superficie sacando lo excesos, luego se pasa el acanalador por el centro de copa para cortar en dos partes el suelo.
4. Se pone en movimiento la cazuela con la ayuda de la manija a un ritmo constante y se suministra los golpes a velocidad por segundo que sean necesarias para cerrar la ranura de 12.7 mm; una vez que se cierre la ranura registrar el números de golpes y tomar una muestra justo de la parte de unión del suelo, colocar en un recipiente y llevar al horno para su secado por 24 horas.



(a)



(b)

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis

**Imagen 09:** Realización de ensayo Casagrande (Limite Líquido)

En la siguiente Imagen 09 tenemos dos imágenes, en (a) se muestra la muestra de suelo sobre la copa de casa grande, esta muestra ya está nivelada a los bordes de la copa y con la ayuda de un acanalador se hizo el corte a la mitad de la muestra, se pone en movimiento la cazuela y se cuenta en cuantos golpes se cierra la ranura.

En (b) se tiene una pequeña muestra de suelo que fue retirada, después que se logró unir la ranura a cierta cantidad de golpes; esta muestra espesada y luego llevada al horno para un secado de 24 horas. Para realizar luego los cálculos y encontrar el límite líquido de la muestra.

### **Límite plástico (Norma MTC E – 111)**

El límite plástico es el contenido de agua con el cual el suelo se cuarteo y quiebra al formar rollitos de suelo de 3.2 mm de diámetro. Se trabaja con el material que se preparó para el ensayo de límite líquido, pero si la muestra se encuentra muy plástica se deja reposar por uno segundo o hasta ver que la muestra ya está consistente para la realización de pequeños rollitos.

### **Materiales para el ensayo:**

- Horno de secado: instrumento con la capacidad de mantener una temperatura constante de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Recipientes de muestreo: de material de aluminio o porcelana.
- Espátula y cuchara: herramientas que te ayudaran con el mezclado de muestra más agua.
- Balanza de precisión: debe tener una sensibilidad de 0.1 gramos.
- Placa de vidrio: debe estar en buen estado y limpio, para un mejor resultado de la muestra.
- Herramientas adicionales: trapo de limpieza, guantes impermeables, Hoja de apuntes, entre otros.

### **Procedimiento del Ensayo:**

El óptimo procedimiento del ensayo nos regimos a la norma MTC E – 111; norma que te indica el proceso del ensayo.

1. Se toma 20 gr aproximadamente de suelo que se preparó para el límite líquido, se amasa el suelo y se deja reposar por unos minutos o hasta que observe que su humedad disminuye hasta una consistencia se pueda hacer rollitos sin que se pegue en las manos.

2. Luego se toma pequeñas cantidades y se va realizando rollitos en la placa de vidrio hasta que se logre cuartear y quebrar.
3. Una vez que se logra el cuarteo se coloca los rollitos en un recipiente, se pesa para encontrar el contenido de humedad y se lleva al horno para su secado por 24 horas.



*Fuente:* Elaboración propia de las tesistas

**Imagen 10:** Realización de ensayo Limite Plástico

En la imagen 10, se muestra la muestra de suelo ya en forma de rollitos y colocadas en recipiente de aluminio, estas muestras serán llevadas al horno para su secado respectivo; duración de secado 24 horas. Las muestras de rollitos son pesados antes del secado y después de su secado; esto nos ayudara a determinar el limite plástico de la muestra de suelo.

### **Ensayo de Proctor Modificado (Norma MTC E – 115)**

Ensayo de Proctor tiene como objetivo determinar la humedad óptima de suelo por la cual este alcanza su densidad máxima seca.

Este ensayo está en relación entre el contenido de humedad de suelo seco y el peso unitario de suelo compactado a una determinada humedad y a una energía de compactación determinada.

#### **Equipos y accesorios:**

- Balanza de precisión con una aproximación de 1 gr.
- Molde de 4 o 6 pulgadas con una altura de 4.584 pulg (116.4mm) y un volumen de 0.0333 pies<sup>3</sup> (944 cm<sup>3</sup>) y 0.075 pies<sup>3</sup> (2124 cm<sup>3</sup>) respectivamente.
- Un plato base y un collar de extensión de 2”.

- Pistón o matillo de 44.5 N (10 lb), el pistón debe caer libremente a una altura de 18 pulg y debe estar limpio para su buen manejo. □ Horno de secado: instrumento con la capacidad de mantener una temperatura constantes de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Regla metálica: herramienta que nos ayudara a retirar los excesos de suelo y nivelarlo.
- Tamices con dimensiones de (3/4'' (19 mm), 3/8'' (9.5 mm), N° 4 (4.75 mm)).para el ensayo se utilizó solo la malla N° 4, ya que la muestra de suelo presentaba tamaño de partículas menores a 4.75 mm.

**Procedimiento del ensayo:**

Este procedimiento se realiza con el objetivo de identificar su humedad óptima del suelo. Este proceso se realizó de acuerdo a la norma MTC E – 115.

1. Para el ensayo se necesita suelo seco por lo que se realiza el secado del material húmedo por un aproximado de 24 horas.
2. Se retira el suelo seco del horno y se deja enfriar; si el suelo presenta suelo seco en bloques se tiene que desmenuzar con la ayuda de un martillo, luego se realiza el tamizado por la malla 3/4'', 3/8'' y N°4 y se determina el método de prueba que se va a utilizar para el ensayo.
3. Para el ensayo se determinó utilizar el método A. Se prepara 4 muestras de 2.5 kg se agrega agua y mezcla uniformemente.
4. Se coloca una primera capa en el molde y se aplica 25 golpes en toda el área, girando el pistón adecuadamente y dejando caer al pistón en caída libre. Repetir este proceso hasta tener las 5 capas de suelo.
5. Se realiza 5 capas. Nivelar el molde con la regla metálica quitando anteriormente el collarín.
6. Se retira la base y se toma nota del peso de la muestra con el molde.

7. Se pasa a extraer el suelo y se toma una pequeña muestra de la parte central del molde para sacar su contenido de humedad (mínimo 500 gr).
8. Se repite el procedimiento en 4 puntos compactados a diferentes contenidos de humedad.
9. Determinar la densidad seca en cada punto.



(a)



(b)

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis

**Imagen 11:** (a) Compactación por capas y (b) Pesado de muestra ya compactada por 5 capas

De la Imagen 11, (a) nos muestra la compactación de la última capa de suelo a 25 golpes con la ayuda del pistón, esta compactación se realiza a cinco capas, luego se retira el collarín superior y se nivela el suelo con la regla metálica. (b) se observa ya el molde con el suelo nivelado siendo pesado para realizar con ese valor cálculos y determinar su densidad máxima seca.

### **Ensayo CBR (Norma MTC E – 132)**

El ensayo de CRB tiene como objetivo determinar la capacidad de resistencia de un suelo y los agregados compactados en el laboratorio, con una humedad óptima determinada en el ensayo de Proctor y niveles de compactación variables.



**Equipos y accesorios:**

- Tamiz de N° 4: se utiliza para tamizar el suelo seca, la muestra a trabajar será la pasante de la malla.
- Recipientes de muestreo: este debe ser de material aluminio.
- Prensa de compresión, equipo con la capacidad de carga debe ser de 44.5 KN (10000 Ibf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 Ibf) o menos.
- Molde de forma cilíndrica metálica, con un diámetro de 152.4 mm y de 177.8 mm de altura, cuenta con un collar de metal de diámetro 150.8 mm y de 61.37 mm de espesor, este se inserta como falso fondo en el molde cilíndrico durante el proceso de compactación.
- Pisón de compactación, igual al peso como se utiliza en el ensayo de Proctor modificado.
- Instrumento de medición de expansión: es una base cilíndrica de metal perforada en el centro, donde se ubica un vástago con un sistema de tornillo que permita regular su altura.
- Un trípode de medición de expansión, es un deformímetro colocado en una base la cual se sostiene en tres patas, estas se apoyan en el borde del molde, teniendo en cuenta que el centro del dial coincida con el vástago, de forma que permita controlar la posición de este y medir la expansión, con aproximación de 0.025 mm (0.001’’).
- Utilización de uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de 4.54 kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2.27 kg.
- Prensa de CBR, la cual cuenta con un pistón de penetración metálico con una base circular, de 49.63 mm de diámetro.
- Dos dales – con recorrido mínimo de 25 mm (1’’) y divisiones lecturas en 0.025 mm (0.001’’).
- Tanque para la inmersión de moldes.
- Horno de secado de suelo.
- Misceláneos, tamices, papel filtro, espátulas, enrasador, pipeta.
- Materiales adicionales; como guantes, trapo de limpieza, chaleco o bata, apuntes, entre otros.

**Procedimiento de ensayo:**

Para realizar el ensayo de CBR se debe seguir tres procesos, proceso de determinación de densidad y humedad, determinación y expansión, por último la determinación de resistencia.

### A) Determinación de la densidad y humedad:

- Se toma 6 kg de suelo por cada molde CBR.
- En el molde cilíndrico se coloca el disco espaciador y papel filtro grueso 6''
- La muestra se mezcla con la cantidad de agua calculada en el ensayo de Proctor. Se divide en 5 porciones de suelo, paralelamente a la división de suelo se saca una pequeña muestra para determinar el contenido de humedad.
- Después de dividir en 5 porciones de suelo. Se compacta en 5 capas con 12, 25 y 56 golpes / capa. La briqueta compactada deberá tener un espeso de 5''.
- Se retira el collarín de la parte superior del molde metálico, se enrasa la parte superior del molde, se voltea el molde y se quitara la base del molde y el disco espaciador.
- Se separa el molde con la muestra, se determinará la densidad y la humedad de la muestra. Por cada calicata se realiza tres moldes, para mayor veracidad. En Imagen 11, se muestra el suelo ya humedecido con una cantidad de agua calculada previamente, una vez compactada en 5 capas se retira el collarin, se limpia la superficie y se pesa el molde con la muestra de suelo.



(a)



(b)

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

**Imagen 12:** (a) Compactación por capas y (b) Pesado de muestra ya compactada por 5 capas

De la imagen 12, en (a) se muestra suelo natural ya dividido en cinco partes, para ser luego colocados al molde de CBR capa por capa, en cada capa compactada con la ayuda del pistón de 4.5 Kg, (b) se muestra ya el suelo compactado en el molde de CBR, listo para pesar y tener un valor de masa antes de ser sumergido en agua.

#### **Determinación de la expansión del material:**

Una vez calculada la densidad y humedad se coloca el papel filtro sobre la superficie enrasada, y se colocara en la base circular metálica con extensiones a los lados; la colocación del molde es volteada.

Sobre la superficie libre de la muestra se coloca papel filtro y se montara una placa de metal que en el centro tiene un vástago graduable. Luego sobre base metálica se colocara varias pesas de plomo. La sobrecarga mínima será de 101 lbs.

Colocado el vástago y las pesas, se colocara el molde dentro de un tanque o depósito lleno de agua.

Como primera medición se montara el trípode con un extensómetro, se regulara a cero y se marcara la superficie del molde, haciendo que el centro del extensómetro coincida con vástago. Las mediciones de expansión se realizaran cada 24 horas por cuatro días.

Al término de las 96 horas que el molde estuvo sumergido en agua, se toma la lectura final para determinar el porcentaje de hinchamiento. El cálculo del % de hinchamiento de encuentra restando la lectura final menos la lectura inicial, todo esto dividido entre la altura inicial de la muestra multiplicado por 100.

En la imagen 13, se muestra el proceso de medición de expansión de suelo, se toma medidas cada 24 horas, durante 4 días y se analiza el porcentaje de expansión del suelo.



(a)



(b)

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

**Imagen 13:** (a) Lectura de expansión y (b) Apunte de lectura de expansión

La lectura de variación de volumen del suelo nos ayuda a determinar su contenido de vacíos del suelo al ser compactado; si el suelo tiende a ser expansivo significa que tiene poca filtración, haciendo que el suelo capte la humedad. Un suelo con alto porcentaje de humedad, es un suelo que no tendrá buena resistencia a las cargas expuestas por el tránsito vehicular.

### **Determinación de la resistencia de expansión**

Pasada las 96 horas, se retira las muestras sumergidas en agua, se retira la pesa anula y se deja escurrir por un tiempo de 10 min. Para el peso de la muestra húmeda se retira el anillo y la base de metal.

Se coloca el molde con la muestra en la base de metal y la pesa anular como estaba inicialmente, para luego ser colocada debajo de la prensa y se asienta el pistón en el centro de la muestra (peso del pistón en de 10 lb).

Para realizar el ensayo de penetración se coloca en cero el extensómetro y el dial del extensómetro. Se aplica la carga sobre el pistón de penetración con una velocidad uniforme de 1.27 mm (0.05”) por minuto y se anotan las lecturas de carga. Finalmente se suelta el pistón de penetración y se saca el molde con la muestra de la prensa.

En la Imagen 14, se observa el proceso de ensayo de penetración de CBR, tiene como objetivo de determinar la resistencia del suelo después que sumergido en agua durante 96 horas.



*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

**Imagen 14:** (a) Prensa de CBR y (b) Prensa de CBR

El ensayo de penetración tiene como objetivo determinar la resistencia al corte del suelo; se aplica una carga al pistón colocado encima de la muestra a una velocidad de 1.27 mm por minuto y se va tomando nota las lecturas cada cierto tiempo. Una vez terminada la penetración se pasa a retirar el molde con suelo y se coloca el siguiente molde repitiéndose el procedimiento.

### **Determinación de uso de la resina de plátano**

#### **Obtención de la resina de plátano**

**Paso 1:** Para obtener la resina de plátano se realizó la extracción de la materia prima (tallo).

**Paso 2:** Se cortaron cuatro (4) plantas de plátano para obtener 1 litro de la muestra.

**Paso 3:** Una vez obtenida la concentración adecuada de la resina de plátano se procedió a realizar los ensayos físicos y químicos de la misma.





(a)



(b)

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

**Imagen 15:** (a) Extracción de la resina de plátano y (b) Concentrado de la resina de plátano

### Ensayo de CBR con la adición de la resina de plátano

Para los ensayos de CBR con la resina de plátano se realizó la unión de 6 kg de suelo seco y 1.25%, 2.50% y 5.00% de resina de plátano mezclando uniformemente, en los porcentajes establecidos.



(a)



(b)

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis

**Imagen 16:** (a) y (b) Preparación de la muestra de suelo con adición de la resina de plátano

En la imagen 16, se observa la adición de la resina de plátano y agua para la mezcla de suelo seco natural en un 1.25%, 2.50% y 5.00% con respecto al peso seco de suelo.

**ANEXO 6:**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**

Se puede observar en las imágenes desde progresiva 2 +000 al 6+000 considerado como el tramo crítico ya que se verifica asentamientos, hundimientos y esto produce el estancamiento de aguas durante las épocas de lluvia por ello ocasiona que no sea favorable transitar en dicho tramo.

**En la imagen N°01:**

Se puede observar la Progresiva 2+000 km al 3+000 km.



**En la imagen N°02:**

Se puede observar la Progresiva 3+000 km al 4+000 km.



**En la imagen N°03:**

Se puede observar la Progresiva 4+000 km al 5+000 km.



**En la imagen N°04:**

Se puede observar la Progresiva 5+000 km al 6+000 km.





**En la imagen N°05:**

Se observa a los tesistas realizando el levantamiento topográfico del tramo Cacatachi – Chirapa.



**En la imagen N°06:**

Se puede apreciar a los tesistas en el centro poblado de Chirapa.





**En la imagen N°07:**

(a) Se observa la muestra de suelo para el ensayo del contenido de humedad natural a realizarse.

(b) Se observa el lavado del suelo para realizar la respectiva granulometría.



**(a)**



**(b)**

**En la imagen N°08:**

(a) y (b) Se observa el tamizado de la muestra del suelo pasar por las mallas respectivas.



**(a)**

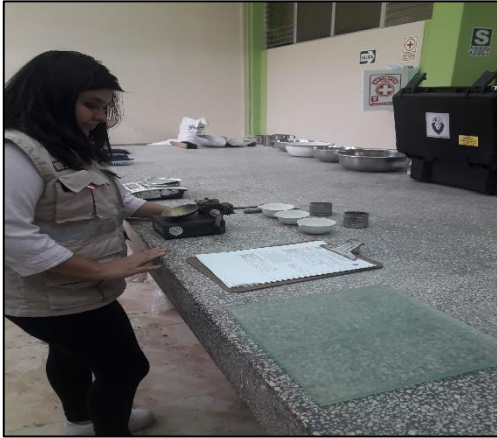


**(b)**

**En la imagen N°09:**

(a) Se observa los instrumentos para realizar el ensayo de límite líquido y plástico.

(b) Se observa el peso del tarro.



(a)



(b)

**En la imagen N°10:**

(a) Se observa e del ensayo del límite plástico.

(b) Se observa la muestra del ensayo realizado.



(a)



(b)

**En la imagen N°11:**

(a) Se puede observar el secado de la muestra de suelo para el contenido de humedad.

(b) Se puede observar la mezcla del agua con el suelo para el ensayo del proctor modificado y conocer el porcentaje optimo del contenido de humedad.



**(a)**



**(b)**

**En la imagen N°12:**

(a) y (b) Se puede observar el peso de la muestra ya compactada por 5 capas.



**(a)**



**(b)**



**En la imagen N°13:**

(a) y (b) Se observa la extracción de la resina del plátano.



**(a)**



**(b)**

**En la imagen N°14:**

(a) y (b) Se observa la extracción de la resina del plátano.



**(a)**



**(b)**

**En la imagen N°15:**

(a) Se puede apreciar los moldes a utilizar para la ejecución del ensayo de CBR.

(b) Se puede observar la mezcla del agua, resina de plátano con la muestra de suelo.



**(a)**



**(b)**

**En la imagen N°16:**

(a) y (b) Se observa la compactación del suelo por capas.



**(a)**



**(b)**



**En la imagen N°17:**

- (a) Se observar la lectura de expansión para el CBR.
- (b) Se anota los resultados de la Prensa de CBR.



(a)



(b)

**En la imagen N°18:**

- (a) Se observa la resina de plátano que se utilizó en porcentajes 1.25%, 2.50%, 5.00% para adicionar al suelo.
- (b) Se observa a las testistas realizando los ensayos respectivos.



(a)



(b)

**ANEXO 7:**  
**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **Mg. Tania Arévalo Lazo**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial Tarapoto, revisora de la tesis titulada:

**“Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”** .de la estudiante **Estela Del Carmen Ydrogo Gonzáles**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **16%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 24 de julio de 2020



.....  
Mg. Tania Arévalo Lazo  
DNI: 44086934.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

Yo, **Mg. Tania Arévalo Lazo**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial Tarapoto, revisora de la tesis titulada:

**“Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”** .de la estudiante **Sandra Melisa More García**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **16%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 24 de julio de 2020



Mg. Tania Arévalo Lazo  
DNI: 44086934.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Captura de pantalla del Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/en\_us/?u=1104351463&lang=en\_us&o=1361770349&student\_user=1&s=

feedback studio ESTELA DEL CARMEN YDROGO GONZÁLES | Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”.

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

**AUTORES:**

Sandra Melisa More García (ORCID: 0000-0003-1557-8350)  
Estela del Carmen Ydrogo Gonzáles (ORCID: 0000-0002-8140-5805)

**ASESORA:**

Match Overview

**16%**

Currently viewing standard sources

View English Sources (Beta)

Matches

1	Submitted to Universid... Student Paper	9%
2	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	2%
3	bibliotecadigital.univall... Internet Source	1%
4	revistas.unipamplona.e... Internet Source	1%
5	Submitted to Universid... Student Paper	<1%
6	Submitted to Universid... Student Paper	<1%
7	Submitted to Universid... Student Paper	<1%
8	Submitted to Universid... Student Paper	<1%
9	Submitted to Universid... Student Paper	<1%

Page: 1 of 34 Word Count: 9848 Text-only Report | High Resolution On



**ANEXO 8:**  
**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS AL REPOSITORIO**

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	---	---

Yo Estela Del Carmen Ydrogo Gonzáles, identificado con DNI N.º 72669477, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( X ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 72669477

FECHA: 24 de julio del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**ANEXO 9:**  
**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE**  
**INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN**

**CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA LA  
COORDINADORA DE ESCUELA:**

Mg. Tania Arévalo Lazo

**A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE  
PRESENTAN:**

Estela del Carmen Ydrogo Gonzáles

**INFORME TITULADO:**

“Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo  
Cacatachi – Chirapa, 2019”.

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Civil

**SUSTENTADO EN FECHA:** 11 de diciembre del 2019

**NOTA:** 14







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA LA COORDINADORA DE ESCUELA:**

Mg. Tania Arévalo Lazo

**A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTAN:**

Sandra Melisa More García

**INFORME TITULADO:**

“Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”.

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Civil

**SUSTENTADO EN FECHA:** 11 de diciembre del 2019

**NOTA:** 14

