



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORA:**

Lucia Esther Ubidia Pinedo

**ASESORA:**

Ing. Luisa Del Carmen Padilla Maldonado

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Infraestructura Vial

**TARAPOTO – PERÚ**

**2019**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don  
 (a) LUCIA ESTHER UBIÑA PINEDO  
 cuyo título es: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO  
DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACION DE FISURAS DEL  
Jr. TORGE CHAVEZ CARA 01-09 CIUDAD DE TARAPOTO SAN MARTIN "

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 19, DIECINUEVE.

Tarapoto, 19 de 12 de 2018

  
 .....  
**PRESIDENTE**  
 Ing. Benjamín López Cohuazo  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP. N°73365

  
 .....  
**SECRETARIO**  
 Mg. Erika Patricia Los Barbaes  
 Maestra de Honor  
**CIP 85935**
  
 .....  
**VOCAL**  
 Luisa del Carmen Padilla Maldonado  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CIP-85279


.....	Dirección de	.....	Representante de la Dirección /	.....
-------	--------------	-------	---------------------------------	-------

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en la construcción profesional, a lo largo de mi vida universitaria.

Depositando su entera confianza en todo el trascurso de este desarrollo, sin dudar ni un solo momento de mi capacidad e inteligencia.

## **Agradecimiento**

Mi más sentido agradecimiento a los profesores que nos inculcaron los valores y conocimientos para hacer de nosotros unos profesionales de éxito. A mi asesor que con sus conocimientos facilitó el desarrollo de la presente tesis, cuyos resultados se plasman en la siguiente investigación.

### Declaratoria de Autenticidad

Yo, **LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO**, identificado con DNI N° 70167126, estudiante del programa de estudios de Ingeniera Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada:” **“Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.”**

Declaro bajo juramento que:

La Tesis es de mi autoría

He 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 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 normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 12 de diciembre de 2018.



.....  
Lucia Esther Ubidia Pinedo

DNI: 70167126

## Presentación

Señores miembros del jurado calificador; cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo; pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada “**Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.**”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil

La investigación está dividida en siete capítulos:

**I. INTRODUCCIÓN.** Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

**II. MÉTODO.** Se menciona el diseño de investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.

**III. RESULTADOS.** En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.

**IV. DISCUSIÓN.** Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.

**V. CONCLUSIONES.** Se considera en enunciados cortos, teniendo en cuenta los objetivos planteados.

**VI. RECOMENDACIONES.** Se precisa en base a los hallazgos encontrados.

**VII. REFERENCIAS.** Se consigna todos los autores de la investigación.

## Índice

Página del jurado.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Declaratoria de autenticidad.....	vi
Presentación.....	vii
Índice.....	viii
Resumen.....	xi
Abstract.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Realidad problemática.....	14
1.2 Trabajos previos.....	16
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	18
1.4 Formulación del problema.....	26
1.5 Justificación del estudio.....	26
1.6 Hipótesis.....	28
1.7 Objetivos.....	28
<b>II. MÉTODO</b>	
2.1 Diseño de investigación.....	29
2.2 Variables, operacionalización.....	30
2.3 Población y muestra.....	31
2.4 Técnica e instrumento de recolección de datos.....	32
2.5 Métodos de análisis de datos.....	32
2.6 Aspectos éticos.....	33
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>81</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>85</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>VII.REFERENCIAS .....</b>	<b>90</b>

## **ANEXOS**

Matriz de consistencia

Instrumentos de recolección de datos

Validación de instrumentos

Constancia de autorización donde se ejecutó la investigación.

Acta de aprobación de originalidad

Autorización de publicación de tesis al repositorio

Autorización final de trabajo de investigación

## Índice de tablas

Tabla 1. Calicata N°01.....	36
Tabla 2. Calicata N°02.....	44
Tabla 2. Calicata N°03.....	50
Tabla 3. Calicata N°04.....	53
Tabla 4. Calicata N°05.....	58
Tabla 5. Calicata N°06.....	63
Tabla 6. Calicata N°07.....	67
Tabla 7. Calicata N°08.....	70
Tabla 8. Calicata N°09.....	77
Tabla 9. Resumen de ensayos de laboratorio para caracterización del suelo.....	79

## Índice de figuras

Figura 1. Procedimiento en Método AASHTO – 1993 para la determinación de los espesores de las capas de un pavimento flexible.....	18
Figura 2. Corte Transversal Pavimento Flexible.....	19
Figura 3. Distribución de Carga.....	19
Figura 4. Tipos de fisuras Pavimento Flexible.....	21
Figura 5. Ciclo de vida del neumático y disposición final.....	23
Figura 6. Especificaciones del producto.....	23
Figura 7. Composición Química del GCR.....	24
Figura 8. Composición de la llanta según el tipo.....	24

## RESUMEN

Esta tesis se enfocó en el diseño de una mezcla asfáltica convencional y modificada con Polvo de Caucho Reciclado (PCR) para la posterior comparación de estas. Actuando a la vez como un esquema de aprovechamiento de los residuos sólidos que representan en sí las llantas usadas, con el objetivo de brindar una nueva alternativa de solución a los problemas que afectan al asfalto y principalmente a la carpeta asfáltica. El desarrollo de esta tesis se basó en un tipo de falla que es por fisuramiento, que afecta directamente a la carpeta asfáltica produciendo así la generación de éstas. Por otra parte, la contaminación causada por estos residuos sólidos es un aspecto al que no se le ha dado un manejo adecuado dentro de la problemática ambiental que actualmente afecta al país. Con base a los resultados en esta investigación se obtuvieron: valores los cuales se encontraban por encima de los establecidos por las normas peruanas. Llegando a la conclusión general que el Polvo de Caucho Reciclado usado como material componente de la mezcla asfáltica en caliente para usarlos en pavimentos flexibles, aporta mejoras en las características físico – mecánicas, de la mezcla asfáltica modificada con Polvo de Caucho Reciclado planteada según diseño.

**Palabras clave:** Pavimento flexible, Polvo de caucho reciclado, Fisuras

## **ABSTRACT**

This thesis focused on the design of a conventional asphalt mix and modified with Recycled Rubber Powder (PCR) for the subsequent comparison of these, acting at the same time as a scheme of use of solid waste that represent used tires, with the aim of providing a new alternative solution to the problems that affect the asphalt and mainly the asphalt folder. The development of this thesis is based on a type of failure that is by cracking, which directly affects the asphalt folder, thus producing the generation of these. On the other hand, the pollution caused by this solid waste is an aspect that has not been given adequate management within the environmental problems that currently affect the country. Based on the results, it is worth mentioning that with this investigation we obtained values that were above those established by the Peruvian norms. Arriving at the general conclusion that the Recycled Rubber Powder used as a component material of the hot asphalt mix for use in flexible pavements, provides improvements in the physical and mechanical characteristics of the modified asphalt mix with Recycled Rubber Powder raised according to design.

**Keywords:** Flexible pavement, Recycled rubber powder, Cracking

## **I. INTRODUCCION**

### **1.1. Realidad Problemática**

Los pavimentos asfálticos en el Perú presentan fallas generalmente dados por la aparición de fisuras situación que disminuye la vida útil del pavimento e incrementa los costos de mantenimiento y operación vehicular. Mejorar el comportamiento de éstos implica conocer los materiales que lo componen, sus propiedades y la dosificación adecuada.

Existen 2 procesos para la incorporación de este aditivo.

Proceso por Vía Húmeda: Este proceso consiste en la unión del polvo de caucho reciclado con el cemento asfáltico para producir una mezcla modificada llamada asfalto-caucho, el proceso se encuentra definido por la norma de la ASTM D8-88. El proceso por vía seca es el método mediante el cual el caucho reciclado es mezclado con los agregados, antes de adicionar el cemento asfáltico.

El mal diseño de los pavimentos flexibles repercute en los diferentes tipos de fallas, que alteran las propiedades reduciendo así la vida útil del pavimento, se le conoce como fisuramiento, tiene como inicio en las capas asfálticas en donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas. Esto se produce por el espesor insuficiente, deformaciones en la sub-rasante, problemas de drenaje, etc.

El proyecto en estudio se ubica específicamente en la ciudad de Tarapoto Provincia de la Región San Martín, en el Jr. Jorge Chávez en donde las vías están asfaltadas, por tal motivo es de suma importancia la utilización de este polvo de caucho, ya que nos servirá de base para realizar un nuevo diseño de este pavimento flexible.

La actual condición de servicios de muchas de las principales vías de comunicación de la Ciudad de Tarapoto se encuentra deteriorada debido fundamentalmente a la falta de un diseño de pavimento flexible adecuado que pueda soportar las cargas de tráfico.

El problema socio ambiental en el país es que la quema de llantas se ha vuelto una actividad rutinaria no se trata de aprovechar este recurso para dar un avance tecnológico.

Al transitar por estas vías nos encontramos con este pavimento flexible que presenta una gran variedad (tipo y severidad) de fallas que lógicamente causan una serie de incomodidades y pérdidas para los usuarios además de las constantes reparaciones realizadas que causan un gasto excesivo para la mejora de esta.

Es decir, también existe un problema ambiental, existen normas que prohíben echarlos a los vertederos, ya que terminan como desechos ambientales no biodegradables.

Esta quema de llantas usadas, tiene un impacto negativo de emisión de CO<sub>2</sub> que constituye uno de los gases prohibidos, por tener fuerte acción en el efecto invernadero o calentamiento global de la tierra.

Para el año 2,020 con un crecimiento del 6% por año se proyecta tener 200,000 vehículos aproximadamente, sabiendo que el tiempo de vida promedio de una llanta es de 5 años, entonces tendríamos este año 2,018 cerca de 635,000 llantas en desuso y para el año 2,020 habrá cerca de 760,000 llantas en desuso, de los cuales el 30% son reutilizados y reencauchados, quedando un 70% para ser trasladado a los botaderos Municipales.

Actualmente, se utilizan diversos métodos para valorizar los neumáticos desechados, a través de la obtención de polvo de caucho, los cuales se usan como materia prima en la elaboración de mezclas asfálticas. El caucho reciclado es obtenido a través de la trituración de los neumáticos, separándolo de los demás componentes, como el acero y las fibras textiles.

Además, es viable económicamente debido a que la obtención del polvo de caucho o triturado de llantas tienen un costo muy económico por kilogramo en el mercado ya que también se puede realizar este método manualmente. Además, para la realización de los ensayos de laboratorio establecidos por las normas INVIAS 2007 para el diseño y verificación de las mezclas asfálticas.

## 1.2. Trabajos Previos

### A nivel Internacional

DIAZ, César. En su trabajo de investigación titulado: *Implementación del Polvo de Caucho Reciclado proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles*. (Tesis de pregrado). Universidad Santo Tomás. Bogotá Colombia, 2017. Concluyó que: el PCR presente en las mezclas asfálticas, mejora los problemas de ahuellamiento, disminuyendo los contenidos de vacíos de aire en las mezclas asfálticas acompañados de un proceso más intensificado de compactación la mezcla.

RODRIGUEZ, Ellen. En su trabajo de investigación titulado: *Uso de polvo de caucho de llantas en pavimentos asfálticos*. (Tesis de pregrado). Universidad De Costa Rica, 2016. Concluyó que: Además de los beneficios ecológicos que provee la adición del caucho al asfalto, también hay importantes beneficios en el desempeño de la mezcla asfáltica, dentro de los cuales se pueden mencionar, el caucho aumenta el volumen del asfalto, lo cual permite envolver los agregados con películas más gruesas sin exudación.

### A nivel Nacional:

SALVA, José. En su trabajo de investigación titulado: *Desarrollo de un aglomerado asfáltico con polvo de caucho*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho Perú, 2014. Llegó a las siguientes conclusiones:

- Luego de haber efectuado la parte experimental de la mezcla asfáltica y de acuerdo a los resultados obtenidos podemos inferir que es factible la obtención de un aglomerado asfáltico a nivel de laboratorio.
- Cuanto menor sea el tamaño máximo de los granos de caucho que se utilicen para la obtención del aglomerado asfáltico, los resultados obtenidos serán mejores, pero mejora las propiedades relacionadas con la durabilidad.

FAJARDO, Luis. En su trabajo de investigación titulado: *Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Martín de Porres. Lima Perú, 2014. Concluyó que: El material reciclado de los neumáticos desechados, en este caso el caucho, puede usarse de manera confiable para mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas usándolo como agregado. Existen mejoras técnicas, sociales, ambientales y económicas, el polvo obtenido del reciclaje de los neumáticos será de alta aplicabilidad en el sector de la construcción, ya que servirá para asfaltar vías.

#### **A nivel local:**

VINCES, Mori. En su trabajo de investigación titulado: *Asfalto Modificado con Caucho ayudara en la Pavimentación del Jirón Jorge Chávez*. (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú. Tarma Perú, 2016. Llegó a las siguientes conclusiones:

- Las carreteras ocupan un lugar muy importante dentro de la infraestructura debido a que contribuyen al desarrollo del país, por ello es necesario darles el mantenimiento adecuado para alargar su vida útil.
- El uso de estos polímeros en el asfalto tiene como fin mejorar las características mecánicas de esto, es decir, su resistencia a las deformaciones por factores climatológicos y del tránsito. Estas mezclas aumentan la resistencia a la deformación, a los esfuerzos de tanto a la fatiga, reducen el agrietamiento.

### **1.3. Teorías Relacionados al Tema**

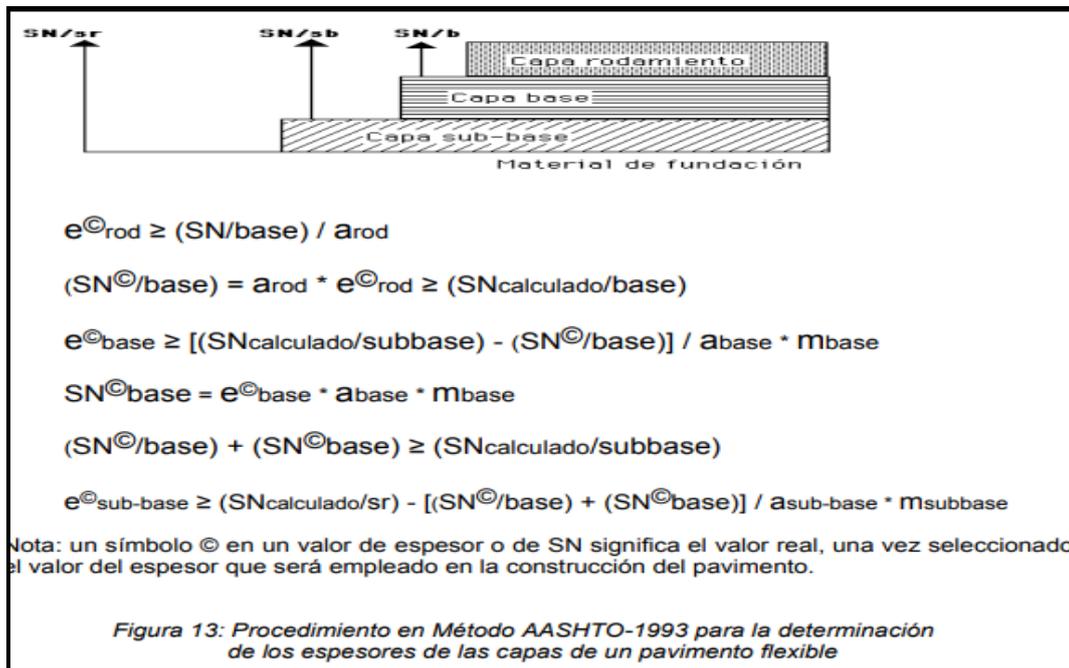
#### **1.3.1. MÉTODO AASHTO – 1993**

La aplicación del Método AASHTO-72 se mantuvo hasta mediados del año 1983, cuando se determinó que, aun cuando el procedimiento que se aplicaba alcanzaba sus objetivos básicos, podían incorporársele algunos de los adelantos logrados en los análisis y el diseño de pavimentos que se habían conocido y estudiado desde ese año 1972. Por esta razón, en el período 1984-1985 el Sub Comité de Diseño de Pavimentos junto con un grupo de Ingenieros Consultores comenzó a revisar el "Procedimiento Provisional para el Diseño de Pavimentos AASHTO-72", y a

finales del año 1986 concluye su trabajo con la publicación del nuevo "Manual de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO '86", y sigue una nueva revisión en el año 1993, por lo cual, hoy en día, el método se conoce como Método AASHTO-93. (GUÍAS DE DISEÑO MÉTODO AASHTO – 1993, p.20)

**Figura 01:**

*Procedimiento en Método AASHTO – 1993 para la determinación de los espesores de las capas de un pavimento flexible.*



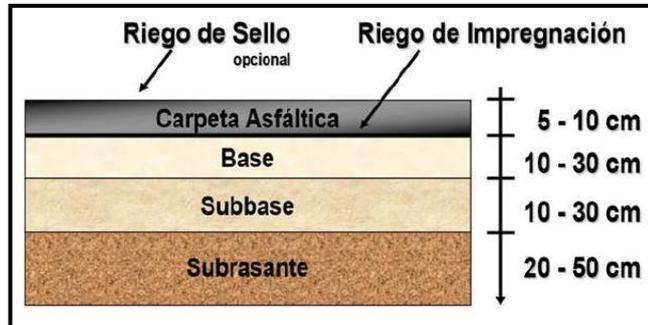
FUENTE: Guías de Diseño Método AASHTO – 1993

**1.3.2. Pavimentos flexibles o asfálticos**

En general, están constituidos por una capa delgada de mezcla asfáltica construida sobre una capa de base y una capa de sub-base las que usualmente son de material granular. Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada sub-rasante. (VELÁZQUEZ, 1977, p.19)

**Figura 02:**

*Corte Transversal Pavimento Flexible*

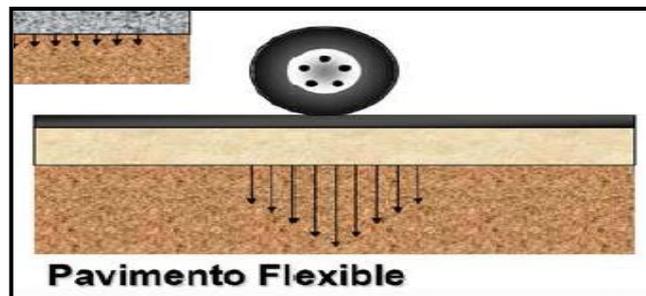


FUENTE: AASHTO – 1993.

Pavimento flexible, está construido con materiales débiles y menos rígidos (que el Hormigón), más deformables, que transmiten a la sub-rasante las cargas de manera más concentrada, distribuyendo el total de la carga en menos área de apoyo. (VELÁZQUEZ, 1977, p.19)

**Figura 03:**

*Distribución de Carga*



FUENTE: AASHTO – 1993.

**1.3.3. Funciones de las capas de un pavimento flexible**

**1.3.3.1 Sub-base granular**

**Capa de transición:** La sub-base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la sub-rasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de

la sub-rasante la contaminen menoscabando su calidad. (ANGULO, 2005, p.17)

**Disminución de la deformación:** Algunos cambios volumétricos de la capa sub-rasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios externos de temperatura, pueden absorberse con la capa sub-base, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento. (ANGULO, 2005, p.17)

**Resistencia:** La sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado de la sub-rasante. (ANGULO, 2005, p.17)

#### 1.3.3.2 Base granular

**Resistencia:** La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la sub-rasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada. (ANGULO, 2005, p.17)

#### 1.3.3.3 Carpeta Asfáltica

**Superficie de rodadura:** La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito. (ANGULO, 2005, p.17)

**Resistencia:** Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento. (ANGULO, 2005, p.17)

**Impermeabilidad:** Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento. (ANGULO, 2005, p.17)

#### **1.3.4. Origen de las Fisuras**

Son causadas por la fatiga de las mezclas asfáltica bajo cargas repetidas. La fisuración se inicia en la parte inferior de la capa asfáltica, donde las tensiones y de formaciones por tracción alcanzan su valor máximo, cuando el pavimento es solicitado por una carga. Las fisuras se propagan hasta a superficie inicialmente con una o más fisuras paralelas; luego, por efecto de las repeticiones de cargas, evolucionan interconectándose. (XIAO, 2007, p.40)

Los factores siguientes conducen al desarrollo de fisuras:

- Insuficiencia de los espesores y resistencia del pavimento frente a las repeticiones de carga (infra-diseño estructural). (XIAO, 2007, p.40)
- Pavimentos altamente deformables o resilientes (deflexiones recuperables importantes bajos radios de curvatura). (XIAO, 2007, p.40)
- Significativamente reducción de la resistencia a fatiga de las mezclas asfálticas como consecuencia de deficiente la calidad de los materiales, deficiencias en el proceso de elaboración y puesta en obra, degradación de mezclas susceptibles a la acción del agua por efecto de un drenaje superficial inadecuado. (XIAO, 2007, p.40)

#### **1.3.5. La fisuración en pavimentos asfálticos**

Los deterioros por fisuración en las estructuras de pavimentos asfálticos son los más frecuentes en los fallos presentados en las carreteras. (DIAS, 2014, p.44)

Numerosos investigadores señalan que el fallo por fisuración en los pavimentos bituminosos es un fenómeno sumamente complejo, difícil de representar por medios experimentales y que está regido por una amplia gama de factores, dentro de los cuales se puede considerar las características de los materiales constituyentes, el espesor de la capa y el proceso de ejecución de la mezcla. Por otra parte, tal como se señaló en el punto anterior, existe la importante influencia de los agentes externos que solicitan el pavimento, que tienen que ver principalmente con las

características de las cargas aplicadas y condiciones climáticas imperantes en el medioambiente. (BROWN, 2001, p.10)

**Figura 04:**

*Tipos de fisuras Pav. Flex*



**FUENTE:** Fisuración en pavimentos asfálticos FHWA, 2003.

**1.3.6.1 Mecanismos de Fisuración**

La formación de fisuras en las mezclas asfálticas reconoce tres etapas. La primera etapa es llamada iniciación, donde se producen los primeros cambios micro estructural producto de las sollicitaciones a las que está sometido el material dando lugar a la formación de micro-fisuras. Luego sigue la etapa de propagación donde se generan las macro-fisuras producto de la unión del micro-fisura existente. Esta unión de micro-fisuras se debe a que se generan mecanismos de trabazón en la matriz de áridos, los cuales, junto con las discontinuidades propias del material, como son las dislocaciones existentes, los poros y huecos presentes, se producen puentes de fisuración aumentando la longitud de la fisura, hasta terminar finalmente con la fractura o fallo total del material, que es cuando se han separado. (BROWN, 2001, p.10)

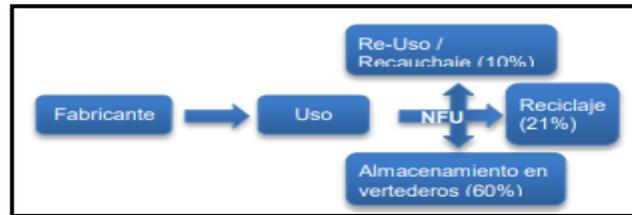
**1.3.6. Neumáticos**

Los neumáticos son estructuras muy complejas elaboradas con más de doscientos componentes. El principal componente es el caucho, que es casi la mitad de su peso, y puede ser de dos tipos: natural o sintético. El caucho natural normalmente le proporciona elasticidad al neumático, mientras que el sintético lo que aporta es estabilidad térmica. Otro componente importante es el negro de humo el cual es obtenido por combustión o

descomposición térmica parcial de gases naturales o hidrocarburos pesados. Este elemento permite conseguir unas mezclas más resistentes a la rotura y a la abrasión, dándoles el característico color negro. (LEE, 2007, p.49).

**Figura 05:**

*Ciclo de vida del neumático y disposición final*



**FUENTE:** Manual de Empleo de caucho de neumáticos fuera de uso en mezclas bituminosas 2007.

-La vida útil de los neumáticos es variable, depende principalmente de la calidad del producto y de los kilómetros recorridos, entre otros factores. Sin embargo, en términos promedio se ha determinado los siguientes factores de recambio:

- Vehículos livianos: 50.000 km o 1 neumático cada 3 a 4 años
- Vehículos de carga: 70.000 a 75.000 km o 2 neumáticos/año
- Vehículos de minería: 2 neumáticos/año. (LEE, 2007, p.49)

### **1.3.7. POLVO DE CAUCHO RECICLADO (PCR)**

Es el material obtenido a partir de la trituración del caucho obtenido de las llantas usadas desechas de vehículos de transporte se le conoce como polvo de caucho reciclado PCR está compuesto por caucho vulcanizado proveniente de la trituración mecánica y separación de materiales de las llantas usadas, no es tóxico. (WAY, 2016, p.45)

**Figura 6:***Especificaciones del producto PCR*

Densidad	Forma Fisica	Rango de Dimensión	Presentación
1.109 gr/cm <sup>3</sup> a 25°C (según norma ASTM D792)	Polvo o Gránulos de forma irregular	0,5 – 3 3 – 7 mm	Normalmente se encuentra en bolsas de polipropileno de 10, 20,50 y 100 kilos.

**FUENTE:** Manual de Empleo de caucho de neumáticos fuera de uso en mezclas bituminosas 2007.

**Características químicas del GCR**

El grano de caucho cuenta con las siguientes especificaciones químicas identificadas en la siguiente tabla.

**Figura 7:***Tabla composición química del GCR*

Composición	Método de ensayo	Contenido en %	
Extracto acetónico	UNE53651	7,5	17,5
Cenizas	UNE53543		18,5
Carbono	UNE53570	20	38
Azufre	ISO 6528 1-3		5
Caucho natural	ISO 5945	21	42

**FUENTE:** Manual de Empleo de caucho de neumáticos fuera de uso en mezclas bituminosas 2007.

## Figura 8:

### Composición de la llanta según el tipo

Componente	Composición	
	Llanta de carro liviano	Llanta de camión
Caucho natural	14 %	27 %
Caucho sintético	27 %	14 %
Negro de humo (carbono)	28 %	28 %
Acero	14-15 %	14-15 %
Otros Aditivos	16-17 %	16-17 %
Peso promedio (óxidos, etc.)	8,6 kg	45,4 kg

Fuente: Guía Práctica Sobre Re-Usos de Llantas Usadas Para Municipalidades

Elemento o compuesto	Composición
Carbono (C)	70 %
Hidrógeno (H)	7 %
Azufre (S)	1,3 %
Cloro (Cl)	0,2 -0,6 %
Hierro (Fe)	15 %
Óxido de Zinc (ZnO)	2
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	5 %
Cromo (Cr)	97 ppm
Níquel (Ni)	77 ppm
Plomo (Pb)	60 – 760 ppm
Cadmio (Cd)	5 – 10 ppm
Talio (Tl)	0,2 – 0,3 ppm

Fuente: Guía Práctica Sobre Re-Usos de Llantas Usadas Para Municipalidades.

**FUENTE:** Manual de Empleo de caucho de neumáticos fuera de uso en mezclas bituminosas 2007.

### 1.3.8. Uso del caucho en pavimentos flexibles

El caucho se utiliza en pavimentos asfálticos de dos maneras, como modificador del asfalto o como mejorador de la mezcla asfáltica. En el primer caso se conoce como proceso de vía húmeda y el segundo como vía seca.

Desde 1997 la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) establece especificaciones para el asfalto modificado con caucho a través de las normas ASTM D 6114 y ASTM D 8. De igual manera, México lo estandariza a través de la norma N-CMT-4-05-002-06.

(MANUAL DE EMPLEO DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO EN MEZCLAS BITUMINOSAS, 2007, p.8)

### **Vía Seca**

Consiste en la mezcla directa del caucho con los agregados, antes de incorporar el ligante al mezclador. Se considera el caucho como una fracción más del agregado o puede sustituir una pequeña parte del agregado fino. En general se agrega entre un 1 % y 3 % con respecto a la masa del agregado, con tamaños de partículas desde 2 mm hasta 6,3 mm, aunque algunos manuales recomiendan usar tamaños de partícula más pequeños para favorecer la digestión. (MANUAL DE EMPLEO DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO EN MEZCLAS BITUMINOSAS, 2007, p.8)

### **Vía Húmeda**

En este método el caucho se combina con el asfalto antes de mezclarlo con agregado. Esto requiere de sistemas de alimentación del caucho, tanques de calentamiento y agitación, tanques de reacción y a veces tanques de almacenamiento. (MANUAL DE EMPLEO DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO EN MEZCLAS BITUMINOSAS, 2007, p.8)

## **1.4. Formulación del Problema:**

### **1.4.1 Problema general**

¿Cómo influye en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente, teniendo como componente el polvo de caucho reciclado?

### **1.4.2 Problemas específicos**

¿De qué manera el Diseño de Pavimento Flexible con el uso de Polvo de Caucho Reciclado minimizara la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto?

¿Diseñar una mezcla asfáltica modificada teniendo como componente el polvo de caucho reciclado de llantas?

## **1.5. Justificación del Estudio:**

### **Justificación Teórica**

Esto demostrará que, con un respectivo análisis del Diseño de Pavimento Asfáltico, adicionando a este proceso el uso de aditivo minimizara la aparición de fisuras incorporando así el uso de las respectivas normas técnicas que se utilizaran en el desarrollo del proyecto de investigación.

- El contenido de asfalto que presenta el pavimento reciclado se determina según la norma ASTM D-2172 (ASTM, 2013).
- El presente proyecto está basado en la norma americana ASTM D-6114-97 que da a conocer las especificaciones para asfaltos modificados con polvo de llanta.
- El material bituminoso para elaborar la mezcla en caliente con asfalto modificado con caucho de llanta deberá cumplir con los requerimientos de la especificación internacional ASTM D 6114-97.
- Manual de empleo de caucho de neumáticos fuera de uso en mezclas bituminosas 2017.

### **Justificación Metodológica**

Los análisis a realizarse en el laboratorio de mecánica de suelos para conocer el porcentaje de aditivo a utilizar para que el pavimento alcance la resistencia ante las fisuras, aplicando las respectivas técnicas para poder comprobar lo explicado.

- Densidad: 1.109 gr/cm<sup>3</sup> a 25°C (según norma ASTM D792).
- Presentación: Normalmente se encuentra en bolsas de polipropileno de 10, 20,50 y 100 kilos.
- DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CAUCHO: La determinación del porcentaje óptimo de caucho se realiza mediante el

ensayo de Inmersión-Compresión y los parámetros Marshall y para su verificación.

### **Justificación Práctica**

La necesidad de mejorar las características del pavimento asfáltico incorporando un aditivo que mejorara la resistencia de fisuras, originada principalmente por el tráfico rodado, la actuación consiste en implantar este aditivo ecológico y novedoso.

### **Justificación por Conveniencia**

Es conveniente dado que como profesional en Ingeniería Civil, es importante realizar esta investigación, dado que el fin primordial de la universidad es atender a los problemas de la comunidad.

### **Justificación Social**

El presente trabajo permite brindar un buen servicio a toda la comunidad, mejorando la calidad de vida a través del transporte, mejor movimiento económico y menos contaminación ambiental, además se sustenta en que los resultados de la investigación serán de utilidad para futuros trabajos de Diseño Asfáltico que se realicen a nivel local o regional, tomando en consideración el uso de este aditivo, los cuales mejoran las condiciones de vida y de esta manera garantizar el desarrollo del Distrito.

## **1.6. Hipótesis:**

Mediante el Diseño de Pavimento Flexible con utilización de Polvo de Caucho Reciclado se minimizará la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez Cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. General**

Diseñar el Pavimento Flexible con utilización de Polvo de Caucho Reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez Cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto.

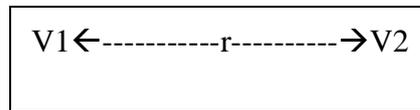
### **1.7.2. Específicos**

- Determinar el porcentaje óptimo de polvo de caucho reciclado a utilizarse en el diseño de mezcla.
- Realizar los Estudios de Mecánica de Suelos para conocer las propiedades mecánicas y físicas de los suelos.
- Obtener el diseño de mezcla asfáltica teniendo como componente el caucho reciclado de llantas.
- Determinar el porcentaje óptimo de asfalto a utilizarse en el diseño de mezcla.
- Determinar mediante la realización de ensayos, las proporciones más convenientes de los agregados, asfalto, aditivo (polvo de caucho) necesarios para la preparación de una mezcla asfáltica en caliente.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

Si se aplicó un Diseño de investigación experimental, ya que se realizaron ensayos de laboratorio para la obtención de los respectivos resultados.



$V_1$ = Variable independiente

$V_2$ =Variable dependiente

$r$ = Coeficiente de relación

### 2.2. Variables, Operacionalización

#### 2.2.1 Variables

- Variable Independiente

Polvo de Caucho Reciclado

- Variable dependiente

Pavimento Flexible

## Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Polvo de Caucho Reciclado	<p>Es el material que se obtiene a partir de la trituración del caucho que se extrae de las llantas usadas desechas de vehículos de transporte se le conoce como polvo de caucho reciclado PCR está compuesto por caucho vulcanizado proveniente de la trituración mecánica y separación de materiales de las llantas usadas, no es tóxico.</p> <p><b>FUENTE:</b> Manual de empleo de caucho (neumáticos fuera de uso) en mezclas bituminosas.</p>	<p>Es el Material que se evaluará en función y relación a las Normas técnicas peruanas para la determinación del efecto que tiene esta utilización del presente material en el diseño de un pavimento flexible.</p>	<p>Evaluación y Análisis Físico</p> <p>Evaluación y Análisis Mecánico</p> <p>Evaluación y Análisis Químico</p> <p>Evaluación y Análisis Biológico</p> <p>Propiedades Físicas y Mecánicas</p>	<p>-Granulometría -Contenido de humedad -Peso específico -Absorción</p> <p>-Dosificación</p> <p>-Índice de durabilidad</p> <p>-Materia orgánica</p> <p>-Granulometría -Limite Líquido -CBR -Proctor Estándar</p>	Intervalo
Pavimento Flexible	<p>La superestructura de una vía, construida sobre la sub-rasante, compuesta por la sub base, la base y la capa de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir los esfuerzos al terreno.</p> <p><b>FUENTE:</b> Guías de Diseño Método AASHTO – 1993</p>	<p>Es el producto de la obtención del diseño de mezcla respectivo en la cual se hará la utilización de este aditivo ecológico que es el grano de caucho reciclado.</p>	<p>Ensayos Especiales</p> <p>Diseño de Mezcla Asfáltica</p> <p>Fisuras</p>	<p>-Partículas Chatas y Alargadas -Sales Solubles -Partículas Fracturadas -Durabilidad -Índice de Durabilidad</p> <p>-Diseño de Mezcla Método Marshall–ASTM D 1559</p> <p>-Ensayos Para determinar grado de Fisuramiento</p> <p>-Rotura de briquetas</p>	

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

Para el presente proyecto de investigación se tuvo como población el aditivo que tiene como nombre Polvo de Caucho Reciclado que se obtiene de la trituración de llantas desechadas.

### **2.2.2 Muestra**

Se obtuvo las muestras de las zonas más críticas identificadas en el Jr. Jorge Chávez Ciudad de Tarapoto.

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

### **2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>FUENTES</b>
<b>Evaluación y Análisis físico del aditivo polvo de caucho reciclado.</b>	Ensayos de laboratorio	-Contenido de Humedad Natural (ASTM D2216) -Peso Específico ASTM E 223 -Absorción ASTM E 223 -Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422) -Norma Técnica Peruana
<b>Evaluación y Análisis mecánico del aditivo polvo de caucho reciclado.</b>	Ensayos de laboratorio	-MTC -Dosificación (ASTM D 5167) -Norma Técnica Peruana - EG-2013
<b>Evaluación y Análisis químico del aditivo polvo de caucho reciclado.</b>	Ensayos de laboratorio	-MTC -Norma UNE EN 932-2 con el fin de obtener el número requerido de proporciones de ensayo.  - Índice de durabilidad AASHTO T 210 - EG-2013
<b>Evaluación y Análisis biológico del aditivo polvo de caucho reciclado.</b>	Ensayos de laboratorio	-MTC - ASTM D 422 -Norma Técnica Peruana - EG-2013
<b>Propiedades Físicas y Mecánicas</b>	Ensayos de laboratorio	-Granulometría ASTM D 422 Y ASTM D 1140 - Límites de Atterberg ASTM D 4318  -Próctor Estándar ASTM D 698  - CBR ASTM D 1883 -ENSAYOS ESPECIALES -Partículas Chatas y Alargadas ASTM D 4791 -Partículas Fracturadas MTC E 210 -Sales Solubles MTC E 219 -Durabilidad MTC E 209 -Índice de Durabilidad MTC E 214
<b>Diseño de Mezcla Asfáltica</b>	Ensayos de laboratorio	-Diseño de Mezcla Método Marshall–ASTM D 1559
<b>Análisis del grado de fisuramiento del pavimento flexible elaborado con polvo de caucho reciclado.</b>	Ensayos de laboratorio	-Ensayo determinar fisuras y agrietamiento ASTM D 6723 -Norma Técnica Peruana - EG-2013
<b>Trabajo de gabinete</b>	Material y equipo de oficina	Información adquirida

#### **2.4.2. Validez y confiabilidad**

La respectiva validez estuvo a cargo y realizada por profesionales de acuerdo a nuestra carrera, Ingenieros civiles colegiados y habilitados; regidos de acuerdo a los parámetros establecidos por nuestra escuela profesional.

#### **2.5. Método de análisis de datos**

**Análisis y Evaluación físico de aditivo polvo de caucho reciclado**, con la norma técnica peruana y normas del ASTM se realizó el análisis y la evaluación del estado físico del aditivo Polvo de Caucho Reciclado que se empleará en el Diseño de Pavimento Flexible del Jr. Los Andes.

**Análisis y Evaluación mecánico de aditivo polvo de caucho reciclado**, se realizó los ensayos necesarios comprendidos en la norma técnica peruana y ASTM de tal forma poder determinar el estado en la cual se encuentra.

**Análisis y Evaluación químico de aditivo polvo de caucho reciclado**, se realizó los ensayos necesarios comprendidos en la norma técnica peruana y ASTM de tal forma poder determinar la composición química del aditivo polvo de caucho reciclado para así poder realizar una evaluación y análisis adecuado.

**Análisis y Evaluación biológica de aditivo polvo de caucho reciclado**, se realizó los ensayos necesarios comprendidos en la norma técnica peruana y ASTM de tal forma poder determinar si existe la presencia de materia orgánica en tal aditivo para realizar un adecuado análisis y evaluación de la misma.

**Propiedades Físicas y Mecánicas**, se realizó los ensayos necesarios comprendidos en la norma técnica peruana y ASTM de tal forma poder determinar la las propiedades físicas y químicas incorporado el aditivo polvo de caucho reciclado para así poder realizar una evaluación y análisis adecuado.

**Diseño de Mezcla Asfáltica**, se realizó los ensayos necesarios comprendidos en la norma técnica peruana y ASTM de tal forma poder determinar el diseño de mezcla asfáltica a utilizar, incorporado el aditivo polvo de caucho reciclado para así poder realizar una evaluación y análisis adecuado.

**Evaluación de la aparición de fisuramiento del pavimento flexible incorporado el aditivo polvo de caucho reciclado**, para poder utilizarlo dentro del diseño de un nuevo pavimento Flexible.

## **2.6. Aspectos éticos**

La información extraída será considerada como confidencial, ya que para la recopilación teórica se utilizó la norma ISO 0690, para poder avalar los derechos de autor de las referencias bibliográficas.

## **IV. DESARROLLO EXPERIMENTAL**

Se presenta a continuación los ensayos realizados en el laboratorio para una precisa comparación entre la mezcla asfáltica convencional y con el polvo de caucho reciclado, siguiendo así una metodología correcta, por la cual se especifican las características y propiedades de los materiales que se utilizaron, así como criterios de selección de mezclas asfálticas.

Para el estudio de la incorporación de caucho mediante vía seca, partiremos con una mezcla patrón, para comparar las variaciones de sus propiedades, si se incorpora los porcentajes establecidos. La mezcla patrón corresponderá a una mezcla trabajada para climas cálidos, con un cemento asfáltico 60-70, para trabajarla como una mezcla convencional MAC -2, y como alternativa las gradaciones especificadas en la ASTM D 3515, según la EG 2013, Tabla 423 – 03. En la mezcla patrón y en las mejoradas con caucho, se utilizarán los mismos materiales pétreos y cemento asfáltico.

Los ensayos de laboratorio son efectuados a fin de estimar los parámetros que correspondan a cada prueba y verificar si se encuentra dentro de los rangos dados por la ASTM y por el MTC. Mediante ensayos de laboratorio se puede comprobar las buenas propiedades de estos asfaltos modificados que imparten en las mezclas asfálticas para su aplicación.

## V. DISCUSIÓN

Para realizar este análisis, se prepararon las mezclas con polvo de caucho, con un contenido de cemento asfáltico de 5.7%, (óptimo de diseño), cuatro porcentajes de adición de caucho (0.25, 0.50%, 0.75% y 1.00%), siempre con granulometría fina y comparadas con la mezcla patrón.

La gradación de los granos de caucho influye considerablemente en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica, pudiéndose verificar que su aplicación mejora las propiedades mecánicas de la misma, comprobándose que para un mismo óptimo contenido de asfalto en la mezcla de 5.70%, la Estabilidad MARSHALL es mayor con la adición del 0.5% respecto a las muestras con las demás adiciones de polvo de caucho.

En teoría, valores altos de Estabilidad MARSHALL mejoran el comportamiento a la fatiga y al ahuellamientos, por tanto, puede concluirse entonces que es factible utilizar el caucho en mezclas asfálticas, ya que mejora las propiedades y el comportamiento del pavimento ante el ahuellamientos, y la fatiga provocados por efecto del tránsito vehicular continuo.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 Al analizar los resultados obtenidos se observa que para porcentajes de adición de caucho de 0.5% se obtienen valores de resistencia axial más altos que para las probetas con 0.25, 0.75 y 1.00% de adición de caucho, lo que permite apreciar que la temperatura a la cual se hace la digestión del caucho, es relevante.
- 6.2 Se realizó el estudio de Mecánica de Suelos para conocer el tipo de suelo de fundación por el cual está comprendido, constatando que está compuesto por un suelo Arena arcillosa de baja plasticidad con 29.04 % de finos (Que pasa la malla N<sup>a</sup> 200), Lím. Líq.=7.58 % e Ind.
- 6.3 Se obtuvo el diseño de la mezcla asfáltica teniendo como componente principal el polvo de caucho, La gradación de los granos de caucho influye considerablemente en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica, pudiéndose verificar que su aplicación mejora las propiedades mecánicas de la misma, comprobándose que para un mismo óptimo contenido de asfalto en la mezcla de 5.70%, la Estabilidad MARSHALL es mayor con la adición del 0.5% respecto a las muestras con las demás adiciones de polvo de caucho.
- 6.4 Se determinó el valor máximo de porcentaje de asfalto a utilizarse para el diseño de mezcla, comprobándose que para un mismo óptimo contenido de asfalto en la mezcla de 5.70%, la Estabilidad MARSHALL es mayor con la adición del 0.5% respecto a las muestras con las demás adiciones de polvo de caucho.
- 6.5 De este ensayo RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL se concluye que los parámetros para la digestión del caucho son:
- Tiempo de digestión de 2 horas
  - Temperatura de digestión de 170 °C
- 6.6 En teoría, valores altos de Estabilidad MARSHALL mejoran el comportamiento a la fatiga y al ahuellamientos, por tanto, puede concluirse entonces que es factible utilizar el caucho en mezclas asfálticas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1 Se recomienda seguir con la investigación de esta tesis conociendo nuevos porcentajes de polvo de caucho a utilizar para la obtención de un diseño de mezcla, comprobándose así un óptimo contenido de asfalto en la mezcla.
- 7.2 Se recomienda la implementación de nuevos equipos en el laboratorio para facilitar a los tesisistas la realización de sus ensayos, facilitando así el tiempo de ejecución del proyecto, además recomendar a las universidades interesadas implementar laboratorios con equipos especializados que permitan realizar estudios más profundos.
- 7.3 Se recomienda realizar más estudios de los efectos del polvo de caucho reciclado de llanta en mezclas asfálticas.
- 7.4 Realizar aportes bibliográficos en el tema de diseño de mezclas asfálticas con polvo de caucho reciclado, ya que no existe mucha información respecto a este tema.
- 7.5 Incentivar a los distintos tipos de plantas recicladoras de neumáticos para dar un uso adecuado al caucho de llantas. Ya que el caucho reciclado de llanta se puede usar para distintos productos finales y a ser un aporte a la no contaminación del medio ambiente.

## VIII. REFERENCIAS

- ASPHALT INSTITUTE. *“Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica”*. Manual Series No.22 (MS-22), 1992.
- Asphalt Institute, (1982) *Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente*. Cap.3, del Ms-22. USA.
- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (1993). American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
- BARINAS, Magaldi. *Mezclas asfálticas tipo 2 (MDC-2) en caliente, modificadas con desechos de caucho- cuero y caucho molido de llanta*. Universidad Católica, Colombia, 2012.
- CONTRERA, A. *Mejoramiento de mezclas asfálticas con granos de caucho reciclado*. (Tesis de grado), Universidad Veracruzana, Escuela de Ingeniería Civil. 2012.
- CASTRO, Liliana. *Implementación del Grano de Caucho Reciclado (gcr) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles*. Bogotá, 2017.
- CAMPAÑA, Galeas. *Obtención de Asfalto Modificado con Polvo de Caucho Proveniente del Reciclaje de Neumáticos de Automotores*. Revista Politécnica, 2011.
- DIAZ, Cesar. *Implementación del Polvo de Caucho Reciclado proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles*. (Tesis de pregrado). Universidad Santo Tomás. Bogotá Colombia, 2017.
- HUAMÁN, Néstor. *La Deformación Permanente en las Mezclas Asfálticas y el Consecuente Deterioro de los Pavimentos Asfálticos en el Perú*. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.2011.
- FAJARDO, Luis. *Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Martín de Porres. Lima Perú, 2014.

MANUAL DE CARRETERAS ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES  
PARA CONSTRUCCION E-G 2013.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES “Especificaciones Técnicas  
Generales para la construcción – EG-2013”. Lima 2013 pg 50.

MANUAL DE EMPLEO DE CAUCHO EN MEZCLAS BITUMINOSAS, Mayo 2007.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras:  
Conservación Vial. Lima.2013.

RODRIGUEZ, Ellen. *Uso de polvo de caucho de llantas en pavimentos asfálticos*. (Tesis  
de pregrado). Universidad De Costa Rica, 2016.

RONDÓN, Hugo. *Mezclas Asfálticas Modificadas con Grano de Caucho de llanta estado  
del conocimiento y análisis de utilización*. (Tesis de pregrado)Universidad de  
Colombia, 2015.

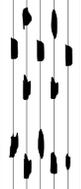
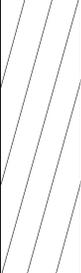
SALVA, José. *Desarrollo de un aglomerado asfáltico con polvo de caucho*. (Tesis de  
pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho Perú,  
2014.

VINCES, Mori. *Asfalto Modificado con Polímeros ayudará en la Pavimentación del  
Jirón Jorge Chávez*. (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú. Tara  
poto Perú, 2016.

# **ANEXOS**

# **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

# Registro de Excavación

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b> TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU											
<b>REGISTRO DE EXCAVACION</b>											
Ejecuta :		BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO					Elaboro :		Tesista		
Tesis :		generacion de fisuras en el Jr. Jorge Chavez Cdra 01-09 Ciudad de Tarapoto.					Reviso :		-		
Ubicación :		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín					Fecha :		15/11/2018		
Calicata N°	C - 01	Nivel freático No Presenta (m)	Prof. Exc.	1.50	(m)	Cota As.	315.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	FOTO
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)		
					AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
315.00	I	Carpeta asfáltica						0.025			
314.98	II	Suelo arenoso limoso de grano medio a fino no plásticos de grano a medio a fino, con 16,09% finos de compacidad baja color marrón marrón con resistencia la corte de regular a bueno con 83,05% de arena			A-2-4(0)	SM		0.38	2.34		
314.60		El suelo es una arcilla inorgánica de consistencia dura arcilla delgada con arena, de plasticidad media con LL=26,84%, con presencia de 63,96% de finos, color marrón rojizo (naranja), con una resistencia al corte regular a deficiente compresibilidad y expansión elevada en condiciones saturadas ,arena en 33,33% del total de la muestra.			A-6(7)	CL		0.30	7.81		
314.30	IV	El suelo es una arena limo arcillosa, mezcla de arena limo y arcilla con 30.96% de finos, color amarillento con una resistencia al corte regular, de compacidad media a baja, finos de baja plasticidad, con un % de arena de 45.39%.			A-2-4(0)	SM-SC		0.80	4.74		
313.50											
<b>OBSERVACIONES:</b>		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)									

FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo

## Relación Densidad -Humedad (Próctor Modificado) ASTM D-1557



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín."  
 Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Ovalo Jr. J. Chavéz  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.70-1.50 m Calicata: C-01 M IV  
 Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018  
 Nº Golpes / capa: 56 Nº 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

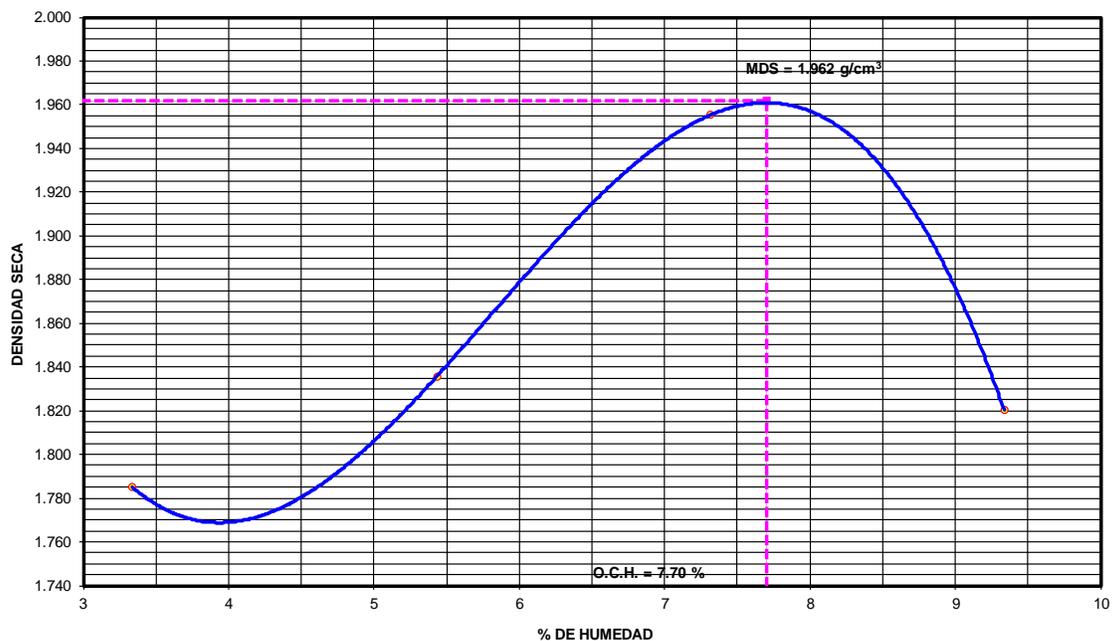
#### Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	58.40	57.80	58.10	58.80
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	158.67	156.98	158.10	155.36
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	155.43	151.87	149.56	143.00
PESO DEL AGUA (grs)	3.24	5.11	8.54	6.16
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	97.0	94.1	91.5	84.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	3.34	5.43	9.34	7.32
% PROMEDIO	3.34	5.43	9.34	7.32

#### Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	3.34	5.43	9.34	7.32
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10361.00	10554.00	10670.00	10900.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6445.00	6445.00	6445.00	6445.00
PESO DEL SUELO (grs)	3916	4109	4225	4455
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.84	1.94	1.99	2.10
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.785	1.836	1.820	1.96
			Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	1.962
			Humedad Optima%	7.70

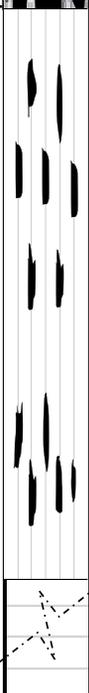
#### COMPACTACION



FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo



Registro de Excavación

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b> TELEFONO: 042 582200 ANEXO.: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU										
<b>REGISTRO DE EXCAVACION</b>										
Ejecuta :		BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO					Elaboro :		Tesista	
Tesis :		generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.					Reviso :		-	
Ubicación :		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín					Tiempo :		31° C - Seco	
Calicata N°		C - 02		Nivel freático No Presenta (m)		Prof. Exc. 1.50 (m)		Cota As. 315.00 (msnm)		
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
315.00	I	Carpeta asfáltica				0.025	-			
314.98	II	Grava limosa-arcillosa, mezcla de grava, limo y arcilla matriz de compactación media con finos de 20,13%, de baja plasticidad LL = 14,50%, color grisáceo presenta humedad baja, se aprecia bolonería cuyas gravas se encuentran con tamaños máximos de 2".	A1b(0)	GM-GC		0.38	4.93			
314.60										
	III	Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 25,89% de finos de compactación baja color amarillo con resistencia la corte de regular a bueno con 71,95% de arena	A-2-4(0)	SM		1.10	4.79			
313.50										
<b>OBSERVACIONES:</b> 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)										

FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo

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



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.

Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Jr. L F. Sanchez - Prol. J. Chavéz C-01

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Profundidad de la Muestra: 0.70-1.50 m Calicata: C-02 M III

Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07

Sobrecarga: 10 Lbs.

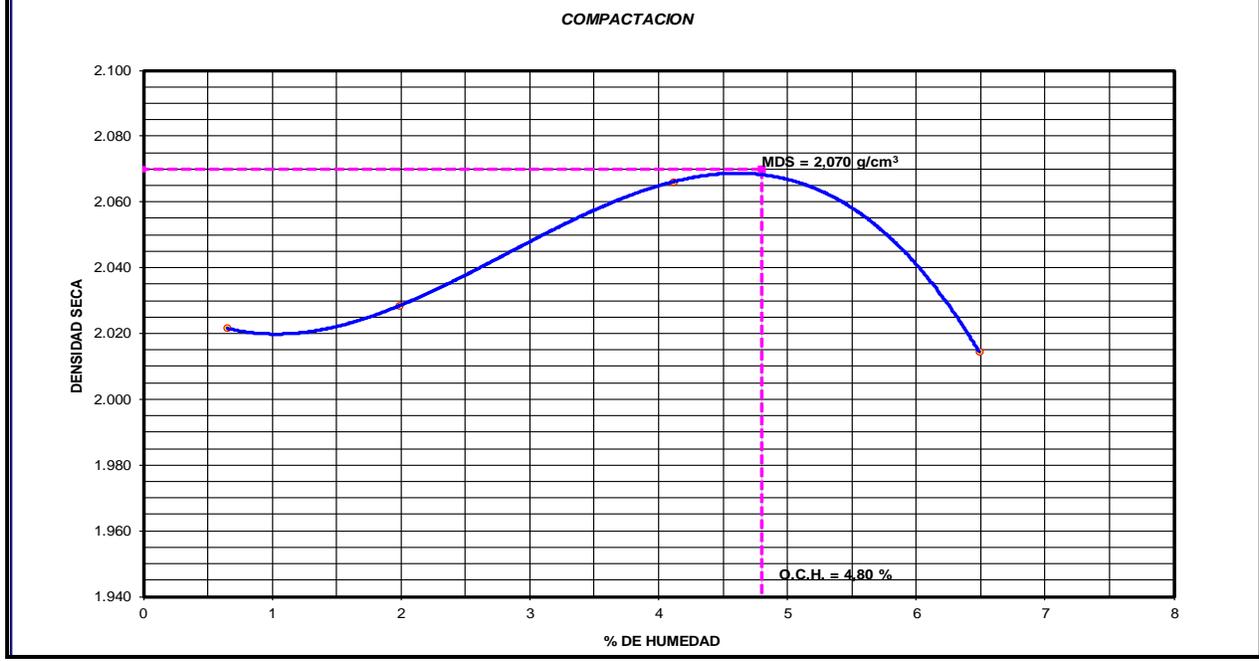
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**Determinación del contenido de Humedad**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	54.56	54.67	55.61	54.98
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	155.78	156.32	156.09	157.38
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	155.12	154.34	152.12	149.89
PESO DEL AGUA (grs)	0.66	1.98	3.97	6.16
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	100.6	99.7	96.5	94.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	0.66	1.99	4.11	6.49
% PROMEDIO	0.66	1.99	4.11	6.49

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.66	1.99	4.11	6.49
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10765.00	10837.00	11012.00	10999.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6445.00	6445.00	6445.00	6445.00
PESO DEL SUELO (grs)	4320	4392	4567	4554
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.03	2.07	2.15	2.15
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.022	2.028	2.066	2.01
Densidad Máxima (grs/cm3)				2.070
Humedad Óptima%				4.80



**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo

Valor Relativo Soporte (C.B.R.) ASTM D – 1883



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELEFONO: 042 582200 ANEXO.: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín." □  
 Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Jr. L.F. Sanchez - Prof. J. Chavéz C-01  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Profundidad de la Muestra: 0.70-1.50 m Calicata: C-02 M.III  
 Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.  
 Dimensiones del Molde Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.1  
 Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 9.972631499

**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)	54.77	53.10	54.33
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.77	156.21	157.04
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	152.09	151.47	152.34
PESO DEL AGUA (grs)	4.68	4.74	4.70
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	97.32	98.37	98.01
CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.81	4.82	4.80
<b>% PROMEDIO</b>	<b>4.81</b>	<b>4.82</b>	<b>4.80</b>

**Determinación de la Densidad**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.81	4.82	4.80
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8879.00	8723.00	8567.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4275.00	4276.00	4275.00
PESO DEL SUELO (grs)	4604.00	4447.00	4292.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.17	2.09	2.02
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.07	2.00	1.93

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES							
			56		25		13			
			Lec Dial	EXPANSIÓN	Lec Dial	EXPANSIÓN	Lec Dial	EXPANSIÓN		
			m.m	%	m.m	%	m.m	%	m.m.M	
05/03/2010										
06/03/2010										
07/03/2010				<b>SIN EXPANSION</b>						
08/03/2010										
09/03/2010										

**PENETRACIÓN**

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56 Nº de golpes				Molde Nº 25 Nº de golpes				Molde Nº 13			
	Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN				
		Lbs	Lbs/Pulg2		Lbs	Lbs/Pulg2		Lbs	Lbs/Pulg2			
0.000												
0.025	24.00	282.05	94.02	19.00	232.18	77.39	6.00	102.54	34.18			
0.050	53.00	571.25	190.42	32.00	361.83	120.61	11.00	152.40	50.80			
0.075	89.00	930.27	310.09	55.00	591.20	197.07	20.00	242.15	80.72			
0.100	132.00	1359.09	453.03	45.30	75.00	790.65	263.55	26.35	27.00	311.96	103.99	10.40
0.150	187.00	1907.58	635.86	105.00	1089.83	363.28	44.00	481.50	160.50			
0.200	237.00	2406.22	802.07	53.47	129.00	1329.17	443.06	29.54	54.00	581.22	193.74	12.92
0.250	265.00	2685.45	895.15	160.00	1638.32	546.11	64.00	680.95	226.98			
0.300	297.00	3004.57	1001.52	179.00	1827.80	609.27	72.00	760.73	253.58			
0.400	325.00	3283.81	1094.60	198.00	2017.28	672.43	83.00	870.43	290.14			
0.500	332.00	3353.62	1117.87	206.00	2097.06	699.02	86.00	900.35	300.12			

FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo

# Registro de Excavación



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



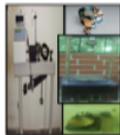
## REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :		BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO				Elaboro :		Tesis	
Tesis :		generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín."				Reviso :		-	
Ubicación :		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín				Tiempo :		31° C - Seco	
Calicata N°		C - 03		Prof. Exc. 1.50 (m)		Cota As. 315.00 (msnm)		Fecha : 15/11/2018	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
315.00	I	Carpeta asfáltica	-	-		0.025			
314.98	II	Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 13,10% de finos de compacidad baja color marrón con resistencia al corte de bueno con 57.72% de arena	A-2-4(0)	SM		0.38	3.50		
314.60	III	El suelo es una arena arcillosa, mezcla mal graduada de arena y arcillas, de consistencia dura con finos de 40.93% , de plasticidad baja, LL = 22.13%, color anaranjado, con matriz de arena fina a gruesa con una ,resistencia al corte de regular a buena, con % de arena de 38.89	A-4(1)	SC		0.40	7.08		
314.20	IV	Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 29,04% de finos de compacidad baja color beige con resistencia la corte de regular a bueno con 66,06% de arena	A-2-4(0)	SM		0.70	2.87		
313.50									
<b>OBSERVACIONES:</b> Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MB 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)									

FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

**Tabla 07: CALICATA 04**

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

	<p><b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>                  TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe                  CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU</p>			
<p>Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín"</p>				
Localización del Proyecto: <u>DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN</u>		Ubicación: <u>Jr. Abancay - Jr. J. Chavez</u>		
Descripción del Suelo: <u>Suelo Arenoso Limoso</u>		Profundidad de la Muestra: <u>0.80-1.50 m</u>		
Hecho Por: <u>BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO</u>		Calicata: <u>C-04 M IV</u> Fecha: <u>15/11/2018</u>		
<b>Determinación del % de Humedad Natural</b>		<b>ASTM 2216 - N.T.P. 339.127</b>		
LATA	403	404	405	406
PESO DE LATA grs	55.20	55.60	55.61	55.75
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	265.00	265.55	265.80	265.70
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	260.80	261.37	261.70	261.55
PESO DEL AGUA grs	4.20	4.18	4.10	4.15
PESO DEL SUELO SECO grs	205.60	205.77	206.09	205.80
% DE HUMEDAD	2.04	2.03	1.99	2.02
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.02			

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

# Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012)



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfemandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto"  
 Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Jr. Abancay - Jr. J. Chávez  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Profundidad de la Muestra: 0.80-1.50 m Calicata: C-04 M IV  
 Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

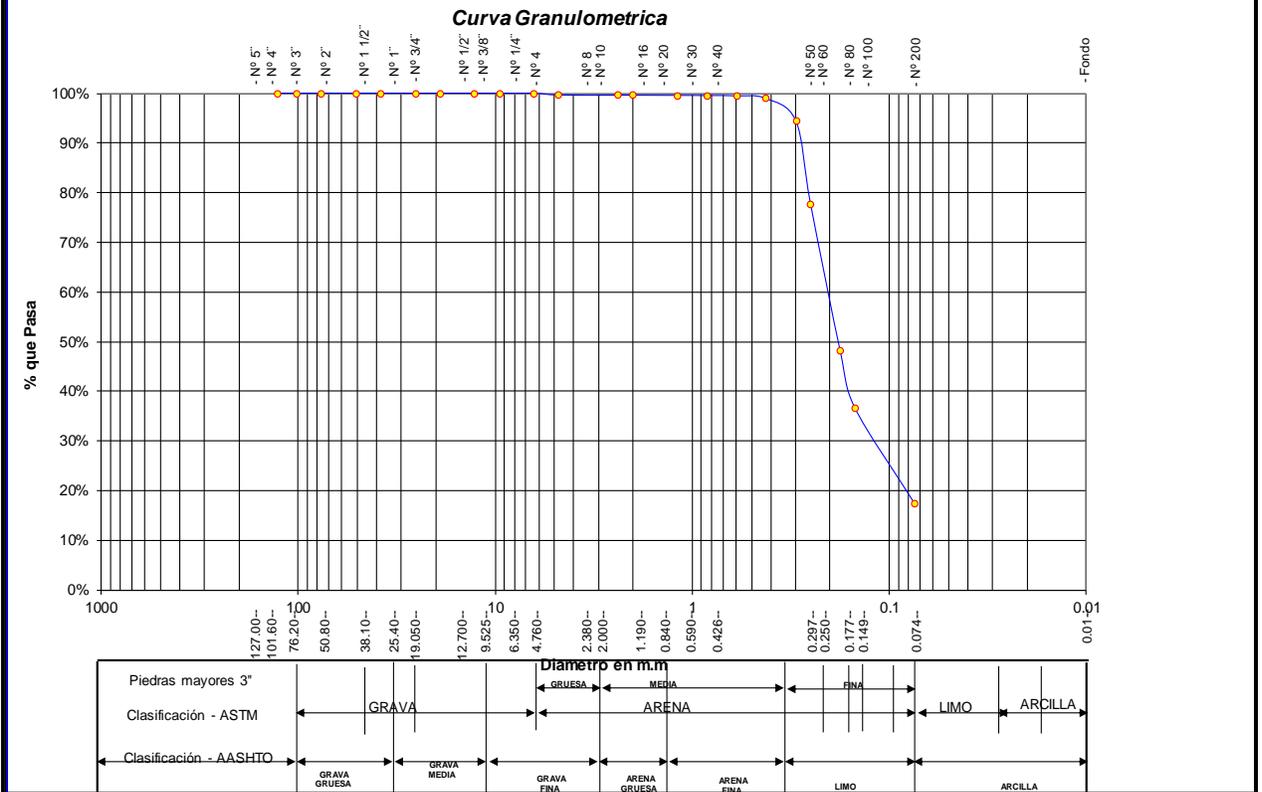
Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)					
5"	127.00					
4"	101.60					
3"	76.20					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350				100.00%	
Nº 4	4.760	3.00	0.38%	0.38%	99.62%	
Nº 8	2.380	0.19	0.02%	0.41%	99.59%	
Nº 10	2.000	0.08	0.01%	0.42%	99.58%	
Nº 16	1.190	0.25	0.03%	0.45%	99.55%	
Nº 20	0.840	0.23	0.03%	0.48%	99.52%	
Nº 30	0.590	0.50	0.06%	0.54%	99.46%	
Nº 40	0.426	3.70	0.47%	1.02%	98.98%	
Nº 50	0.297	35.46	4.55%	5.57%	94.43%	
Nº 60	0.250	130.55	16.74%	22.30%	77.70%	
Nº 80	0.177	230.18	29.51%	51.81%	48.19%	
Nº 100	0.149	89.90	11.53%	63.34%	36.66%	
Nº 200	0.074	150.47	19.29%	82.63%	17.37%	
Fondo	0.01	135.49	17.37%	100.00%	0.00%	
<b>TOTAL</b>		<b>780.00</b>				<b>A B</b>

Tamaño Máximo:			
Modulo de Fineza AF:			
Modulo de Fineza AG:			
Equivalente de Arena:			
<b>Descripción Muestra:</b>	Sub-Grupo : Arenas SM A-2-4		
Grupo suelos particulas gruesas	Arenas limosas color marrón con clasificación 1/2		
<b>SUCS =</b>	<b>SM</b>	<b>AASHTO =</b>	<b>A-2-4(0)</b>
LL =	NP	WT =	200.00
LP =	NP	WT+SAL =	980.00
IP =	NP	WSAL =	780.00
IG =	0	WT+SDL =	844.51
		WSDL =	644.51
D 90=		%ARC. =	17.37
D 60=		%ERR. =	0.00
D 30=		Cc =	
D 10=		Cu =	

DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO			
Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 17,37% de finos de compacidad baja color marrón con resistencia la corte de regular a bueno con 82,23% de arena			
% de Humedad Natural de la muestra ensayada			
Número de tarro =	62	Peso del agua	16
Peso del tarro =	200	Peso suelo húmedo	796
Peso del tarro + Mh =	996	Peso suelo seco	780
Peso del tarro + Ms =	980	% Humedad Muestr	2.02



**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

## Registro de Excavación



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



### REGISTRO DE EXCAVACION

<b>Ejecuta :</b>		<b>BACH. LUCIA ESTEHR UBIDIA PINEDO</b>				<b>Elaboro :</b>		<b>Tesista</b>	
<b>Tesis :</b>		generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.				<b>Reviso :</b>		-	
<b>Ubicación :</b>		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín				<b>Tiempo :</b>		31° C - Seco	
<b>Calicata N°</b>		<b>C - 04</b>		Nivel freático No Presenta (m) Prof. Exc. 1.50 (m)		<b>Cota As. 315.00 (msnm)</b>		<b>FECHA :</b> 15/11/2018	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
315.00	I	Carpeta asfaltica	-	-		0.025			
314.98	II	Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 35,25% de finos de compacidad baja color marrón con resistencia al cor de arenate buena con 59.83%	A-2-4(0)	SM		0.38	197		
314.60	III	El suelo es una arena arcillosa, mezcla mal graduadas de arena y arcillas, de consistencia dura con finos de 42,04% , de plasticidad baja, LL = 22,59%, color anaranjado, con matriz de arena fina a gruesa con una ,resistencia al corte de regular a buena, con % de arena de 39,28	A-4(1)	SC		0.40	6.25		
314.20	IV	Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 17,37% de finos de compacidad baja color marrón con resistencia la corte de regular a bueno con 82.24% de arena	A-2-4(0)	SM		0.70	2.02		
313.50									
<b>OBSERVACIONES:</b> 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)									

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

## Relación Densidad -Humedad (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO.: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín."  
 Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Jr. Abancay - Jr. J. Chávez  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Profundidad de la Muestra: 0.80-1.50 m Calicata: C-04 M M  
 Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018  
 Nº Golpes / capa: 56 Nº 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

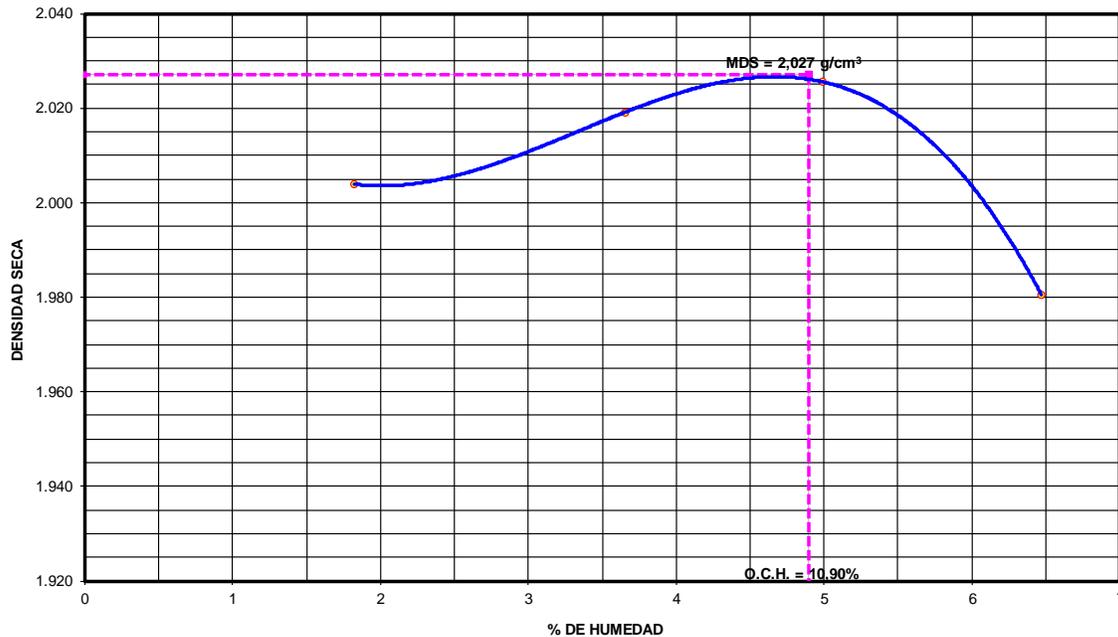
#### Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	54.65	57.05	54.34	56.34
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	155.78	159.04	155.32	157.39
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	153.97	155.45	150.52	151.25
PESO DEL AGUA (grs)	1.81	3.59	4.80	6.14
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	99.3	98.4	96.2	94.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	1.82	3.65	4.99	6.47
% PROMEDIO	1.82	3.65	4.99	6.47

#### Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	1.82	3.65	4.99	6.47
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10780.00	10890.00	10962.00	10924.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6448.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	4332	4443	4515	4477
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.09	2.13	2.11
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	2.004	2.019	2.026	1.98
Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )				2.027
Humedad Óptima%				4.90

#### COMPACTACION



**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo



**Tabla 08: CALICATA 05**

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

	<p><b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>                  TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe                  CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU</p>			
Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San M				
Localización del Proyecto: <u>DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN</u>		Ubicación: <u>Jr. V. de Comainas - Jr. Chavéz</u>		
Descripción del Suelo: <u>Suelo Arenoso Limoso Arcilloso</u>		Profundidad de la Muestra: <u>1.00-1.50 m</u>		
Hecho Por: <u>BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO</u>		Calicata: <u>C-05 M IV</u> Fecha: <u>15/11/2018</u>		
<b>Determinación del % de Humedad Natural      ASTM 2216 - N.T.P. 339.127</b>				
LATA	455	456	457	458
PESO DE LATA grs	55.65	55.28	55.61	55.72
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	256.52	256.80	256.79	256.81
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	239.80	240.00	240.02	240.02
PESO DEL AGUA grs	16.72	16.80	16.77	16.79
PESO DEL SUELO SECO grs	184.15	184.72	184.41	184.30
% DE HUMEDAD	9.08	9.09	9.09	9.11
PROMEDIO % DE HUMEDAD	9.09			
<b>Determinación del Gravedad Especifico de Solidos      ASTM D-854</b>				
LATA				
VOL. DEL FRASCO A 20° C.				
METODO DE REMOCION DEL AIREa				
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO				
TEMPERATURA, °C				
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	<b>N.R.</b>			

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

# Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012)



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín." Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Jr. V. de Comainas - Jr. Chavéz

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 1.00-1.50 m Calicata: C-05 M IV

Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012**

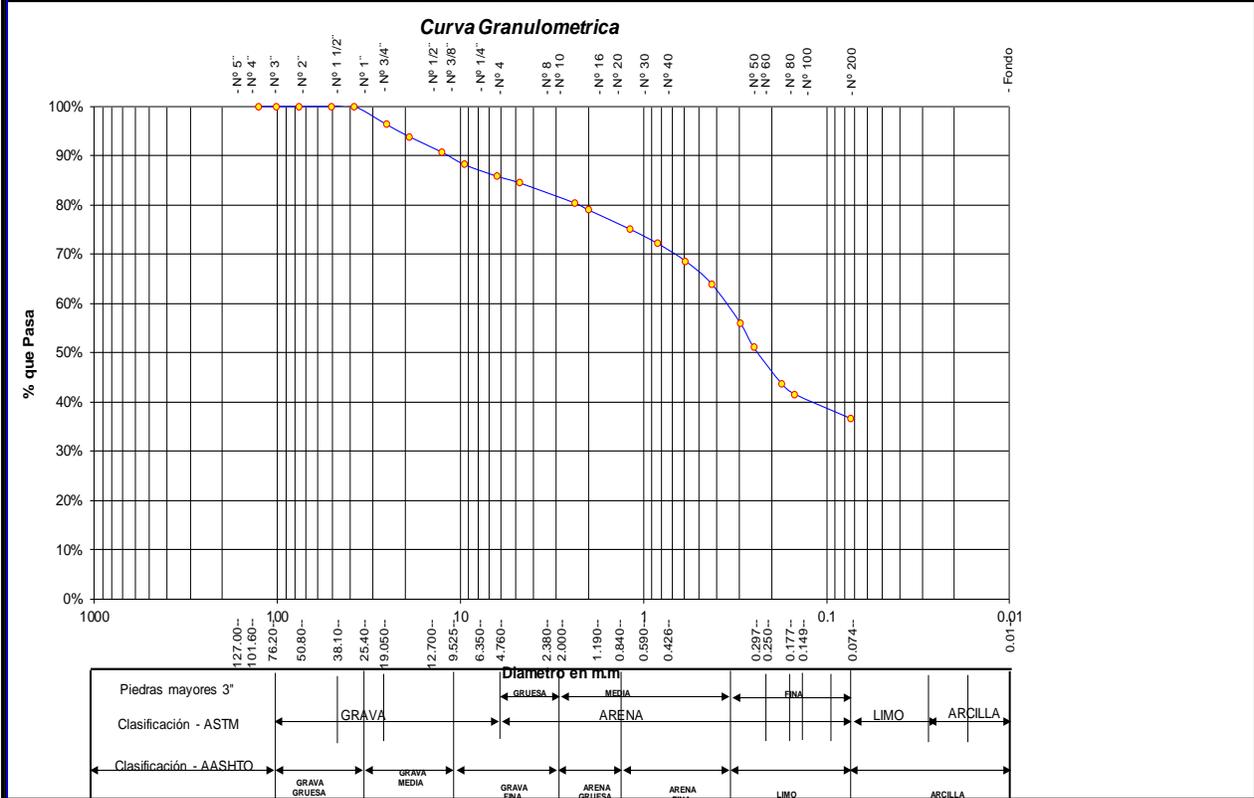
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
5" (127.00)					
4" (101.60)					
3" (76.20)					
2" (50.80)					
1 1/2" (38.10)				100.00%	
1" (25.40)	67.40	3.65%	3.65%	96.35%	
3/4" (19.05)	46.28	2.51%	6.16%	93.84%	
1/2" (12.70)	57.20	3.10%	9.26%	90.74%	
3/8" (9.525)	47.30	2.56%	11.83%	88.17%	
1/4" (6.350)	43.38	2.35%	14.18%	85.82%	
Nº 4 (4.760)	25.40	1.38%	15.56%	84.45%	
Nº 8 (2.380)	75.24	4.08%	19.63%	80.37%	
Nº 10 (2.000)	26.20	1.42%	21.05%	78.95%	
Nº 16 (1.190)	71.69	3.89%	24.94%	75.06%	
Nº 20 (0.840)	53.94	2.92%	27.86%	72.14%	
Nº 30 (0.590)	66.39	3.60%	31.46%	68.54%	
Nº 40 (0.426)	84.71	4.59%	36.05%	63.95%	
Nº 50 (0.297)	146.39	7.93%	43.98%	56.02%	
Nº 60 (0.250)	92.66	5.02%	49.01%	50.99%	
Nº 80 (0.177)	134.12	7.27%	56.28%	43.72%	
Nº 100 (0.149)	41.26	2.24%	58.51%	41.49%	
Nº 200 (0.074)	90.88	4.93%	63.44%	36.56%	
Fondo (0.01)	674.56	36.56%	100.00%	0.00%	
<b>TOTAL</b>	<b>1845.00</b>				A B

Tamaño Máximo: _____			
Modulo de Fineza AF: _____			
Modulo de Fineza AG: _____			
Equivalente de Arena: _____			
<b>Descripción Muestra:</b>			
Grupo suelos particulas gruesas	Sub-Grupo : Arenas	SM-SC A-2-4(0)	
Arenas limosa-arcillosa con matriz de arena color marrón con clasificación 4/6			
SUCS =	SM-SC	AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	28.57	WT =	200.00
LP =	21.71	WT+SAL =	2045.00
IP =	6.86	WSAL =	1845.00
IG =	0	WT+SDL =	1370.44
		WSDL =	1170.44
D 90=		%ARC. =	36.56
D 60=		%ERR. =	0.00
D 30=		Cc =	
D 10=		Cu =	

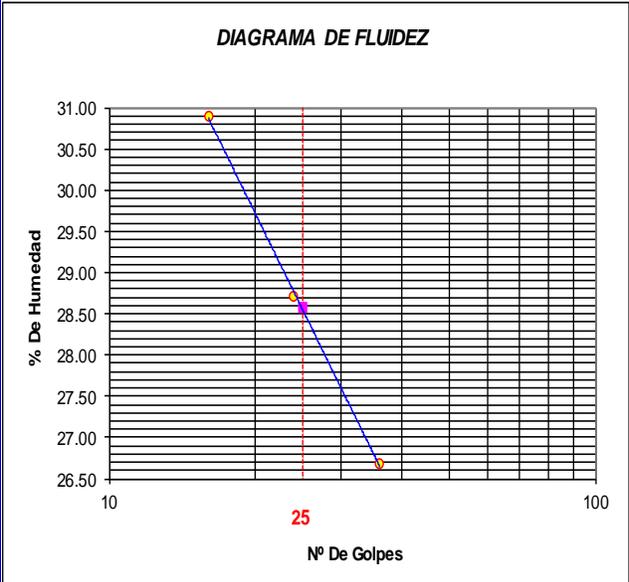
DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO			
El suelo es una arena limo arcillosa, mezcla de arena, limo y arcilla con 36,56% de finos, color marrón con una resistencia al corte regular, de compacidad media a baja, finos de baja plasticidad, con un % de arena de 47,89%, con presencia de gravas hasta de 2".			
% de Humedad Natural de la muestra ensayada			
Número de tarro =	208	Peso del agua	168
Peso del tarro =	200	Peso suelo húmedo	2013
Peso del tarro + Mh =	2213	Peso suelo seco	1845
Peso del tarro + Ms =	2045	% Humedad Muestr	9.09



**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

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

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

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b> TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU		
Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad			
Localización del Proyecto:	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN	Ubicación: Jr. V. de Comainas - Jr. Chavéz	
Descripción del Suelo:	Suelo Arenoso Limoso Arcilloso	Profundidad de la Muestra: 1.00-1.50 m	
Hecho Por :	BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO	Calicata: C-05 M IV Fecha: 15/11/2018	
<b>Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129</b>			
LATA	45	48	53
PESO DE LATA grs	28.30	28.26	28.16
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	82.70	72.10	73.56
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	69.86	62.32	64.00
PESO DEL AGUA grs	12.84	9.78	9.56
PESO DEL SUELO SECO grs	41.56	34.06	35.84
% DE HUMEDAD	30.90	28.71	26.67
NUMERO DE GOLPES	16	24	36
			
Índice de Flujo Fi			
Límite de contracción (%)		ND	
Límite Líquido (%)		28.57	
Límite Plástico (%)		21.71	
Índice de Plasticidad Ip (%)		6.86	
Clasificación SUCS		SM-SC	
Clasificación AASHTO		A-2-4(0)	
Índice de consistencia Ic			
<b>Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129</b>			
LATA	84	88	92
PESO DE LATA grs	27.88	27.63	28.09
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	62.30	60.25	61.40
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	56.16	54.43	55.46
PESO DEL AGUA grs	6.14	5.82	5.94
PESO DEL SUELO SECO grs	28.28	26.80	27.37
% DE HUMEDAD	21.71	21.72	21.70
% PROMEDIO	21.71		

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

## Registro de Excavación

REGISTRO DE EXCAVACION										
Ejecuta :		BACH. LUCIA ESTEHR UBIDIA PINEDO					Elaboro :		Tesista	
Tesis :		generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.					Reviso :		-	
Ubicación :		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín					Tiempo :		31° C - Seco	
Calicata N°		C - 05		Prof. Exc. 1.50 (m)		Cota As. 315.00 (msnm)		FECHA :		15/11/2018
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
315.00	I	Carpeta asfáltica				0.025				
314.98	II	Grava mal graduada, mezcla de grava y limo matriz limosa de compactación media con finos de 9.02% no plásticos, matriz limosa color marrón presenta humedad baja, se aprecia bolonería cuyas gravas se encuentran con tamaños máximos de 2".	A 1-b(0)	GP-GM		0.38	178			
314.60	III	Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 25,39% de finos de compactación baja color marrón con resistencia al corte de regular a bueno con 68,31% de arena	A-2-4(0)	SM		0.60	6.94			
314.00	IV	El suelo es una arena limo arcillosa, mezcla de arena limo y arcilla con 30.96% de finos, color marrón con una resistencia al corte regular, de compactación media a baja, finos de baja plasticidad, con un % de arena de 45.39%.	A-2-4(0)	SM-SC		0.50	9.09			
313.50										
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)								

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo



# Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012)



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

TELÉFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San J. de Dios"

Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Jr. Cuzco - Jr. J. Chávez

Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m Calicata: C-06 M III

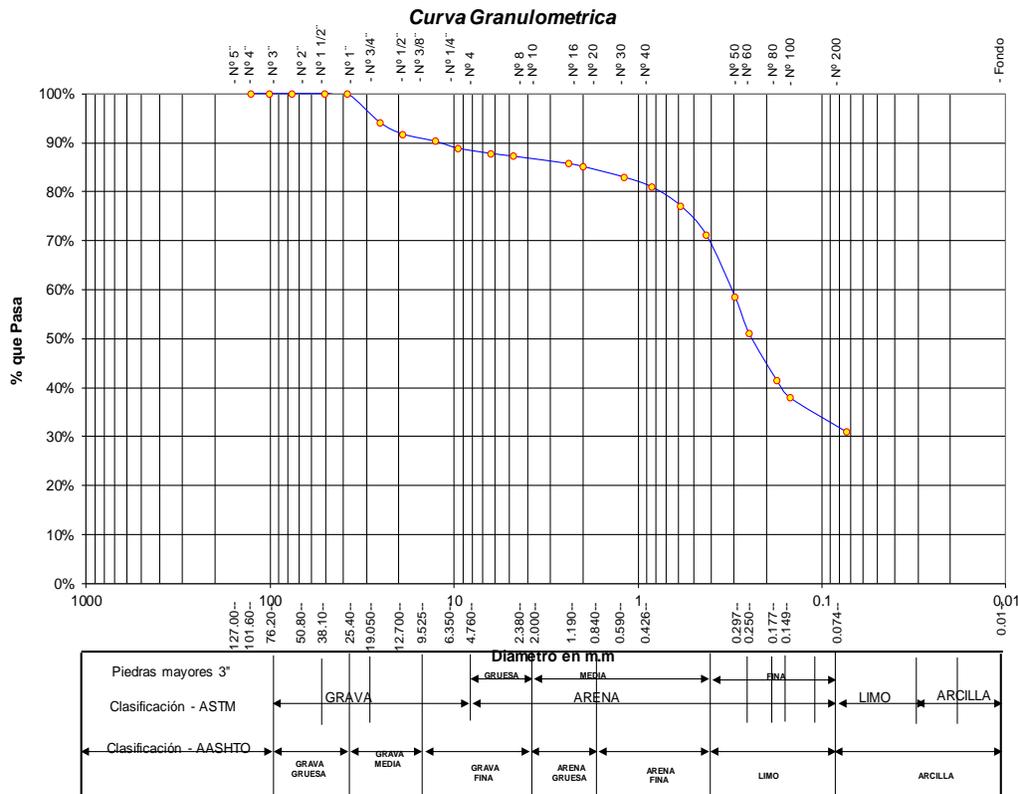
Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					
1 1/2"	38.10			100.00%		
1"	25.40	122.05	5.84%	5.84%	94.16%	
3/4"	19.050	50.21	2.40%	8.25%	91.75%	
1/2"	12.700	30.98	1.48%	9.73%	90.27%	
3/8"	9.525	29.65	1.42%	11.15%	88.85%	
1/4"	6.350	22.13	1.06%	12.21%	87.79%	
Nº 4	4.760	12.03	0.58%	12.78%	87.22%	
Nº 8	2.380	31.54	1.51%	14.29%	85.71%	
Nº 10	2.000	12.21	0.58%	14.88%	85.12%	
Nº 16	1.190	45.57	2.18%	17.06%	82.94%	
Nº 20	0.840	42.41	2.03%	19.09%	80.91%	
Nº 30	0.590	78.95	3.78%	22.87%	77.13%	
Nº 40	0.426	126.52	6.06%	28.93%	71.07%	
Nº 50	0.297	265.38	12.70%	41.63%	58.37%	
Nº 60	0.250	152.45	7.30%	48.93%	51.07%	
Nº 80	0.177	199.45	9.55%	58.47%	41.53%	
Nº 100	0.149	75.62	3.62%	62.09%	37.91%	
Nº 200	0.074	144.56	6.92%	69.01%	30.99%	
Fondo	0.01	647.29	30.99%	100.00%	0.00%	
<b>TOTAL</b>		2089.00				

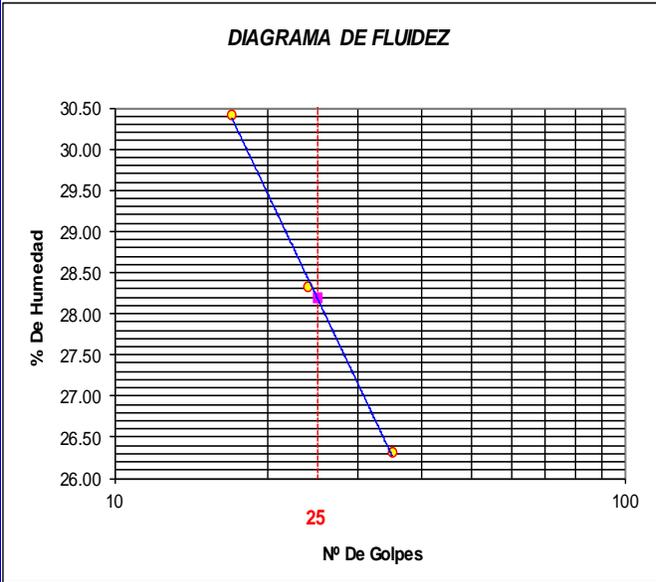
DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO			
El suelo es una arena limo arcillosa, mezcla de arena, limo y arcilla con 30,99% de finos, color marrón con una resistencia al corte regular, de compacidad media a baja, finos de baja plasticidad, con un % de arena de 56,23%.			
% de Humedad Natural de la muestra ensayada			
Número de tarro =	37	Peso del agua =	148
Peso del tarro =	200	Peso suelo húmedo =	2237
Peso del tarro + Ih =	2437	Peso suelo seco =	2089
Peso del tarro + Mb =	2289	% Humedad Muestr =	7.08



FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

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

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

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b> TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU																		
Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09																			
Localización del Proyecto: <u>DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN</u>		Ubicación: <u>Jr. Cuzco - Jr. J. Chávez</u>																	
Descripción del Suelo: <u>Suelo Arenoso Limoso Arcilloso</u>		Profundidad de la Muestra: <u>0.40-1.50 m</u>																	
Hecho Por: <u>BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO</u>		Calicata: <u>C-06 M III</u>	Fecha: <u>15/11/2018</u>																
<b>Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129</b>																			
LATA	23	45	33																
PESO DE LATA grs	27.86	27.73	27.81																
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	80.43	76.78	82.34																
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	68.17	65.95	70.98																
PESO DEL AGUA grs	12.26	10.83	11.36																
PESO DEL SUELO SECO grs	40.31	38.22	43.17																
% DE HUMEDAD	30.41	28.33	26.31																
NUMERO DE GOLPES	17	24	35																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%;"> <table border="1"> <tr> <td>Indice de Flujo Fi</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Límite de contracción (%)</td> <td>ND</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td>✓ 28.20</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td>✓ 21.87</td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticidad Ip (%)</td> <td>6.33</td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>SM-SC</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASHTO</td> <td>A-2-4(0)</td> </tr> <tr> <td>Indice de consistencia Ic</td> <td></td> </tr> </table> </div> </div>				Indice de Flujo Fi	✓	Límite de contracción (%)	ND	Límite Líquido (%)	✓ 28.20	Límite Plástico (%)	✓ 21.87	Indice de Plasticidad Ip (%)	6.33	Clasificación SUCS	SM-SC	Clasificación AASHTO	A-2-4(0)	Indice de consistencia Ic	
Indice de Flujo Fi	✓																		
Límite de contracción (%)	ND																		
Límite Líquido (%)	✓ 28.20																		
Límite Plástico (%)	✓ 21.87																		
Indice de Plasticidad Ip (%)	6.33																		
Clasificación SUCS	SM-SC																		
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)																		
Indice de consistencia Ic																			
<b>Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129</b>																			
LATA	34	23	33																
PESO DE LATA grs	27.89	27.65	27.77																
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	58.05	60.76	59.54																
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	52.64	54.82	53.83																
PESO DEL AGUA grs	5.41	5.94	5.71																
PESO DEL SUELO SECO grs	24.75	27.17	26.06																
% DE HUMEDAD	21.86	21.85	21.91																
% PROMEDIO		21.87																	

FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

## Registro de Excavación



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



### REGISTRO DE EXCAVACION

<b>Ejecuta :</b>		<b>BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO</b>				<b>Elabora :</b>		<b>Tesista</b>	
<b>Tesis :</b>		generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín."				<b>Reviso :</b>		-	
<b>Ubicación :</b>		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín				<b>Tiempo :</b>		31° C - Seco	
<b>Calicata N°</b>		C - 06		Nivel freático No Presenta (m)		Prof. Exc.		1.50 (m)	
<b>Cota As.</b>		315.00		<b>(msnm)</b>		<b>ESPESOR</b>		<b>HUMEDAD</b>	
<b>(m)</b>		<b>Estrato</b>		<b>Descripción del Estrato de suelo</b>		<b>CLASIFICACION</b>		<b>FOTO</b>	
						AASHTO		SUCS	
						SIMBOLO		(m)	
								(%)	
315.00		I		Carpeta asfáltica				0.025	
314.98		II		Grava limosa-arcillosa, mezcla de grava, limo y arcilla matriz de compactación media con finos de 13.88%, de baja plasticidad LL = 18,75%, color grisáceo presenta humedad baja, se aprecia bolonería cuyas gravas se encuentran con tamaños máximos de 2".		A1-a(0)		GM-GC	
314.60		III		El suelo es una arena limo arcillosa, mezcla de arena limo y arcilla con 30.99% de finos, color marrón con una resistencia al corte regular, de compactación media a baja, finos de baja plasticidad, con un % de arena de 56.23%.		A-2-4(0)		SM-SC	
313.50									
<b>OBSERVACIONES:</b>		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)							

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

**Tabla 10: CALICATA 07**

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

 <div style="text-align: center;"> <p><b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b></p> <p><b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b></p> <p>TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfmandezf@ucv.edu.pe</p> <p>CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU</p> </div> 				
<p>Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín"</p>				
Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN			Ubicación: Jr. Ucayali - Jr. J. Chávez	
Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso			Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m	
Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO		Calicata: C-07 M III	Fecha: 15/11/2018	
<b>Determinación del % de Humedad Natural</b>		<b>ASTM 2216 - N.T.P. 339.127</b>		
LATA	341	342	343	344
PESO DE LATA grs	53.56	55.20	54.20	54.02
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	255.65	255.62	255.67	255.61
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	248.83	248.86	248.85	248.80
PESO DEL AGUA grs	6.82	6.76	6.82	6.81
PESO DEL SUELO SECO grs	195.27	193.66	194.65	194.78
% DE HUMEDAD	3.49	3.49	3.50	3.50
PROMEDIO % DE HUMEDAD	3.50			

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

# Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012)



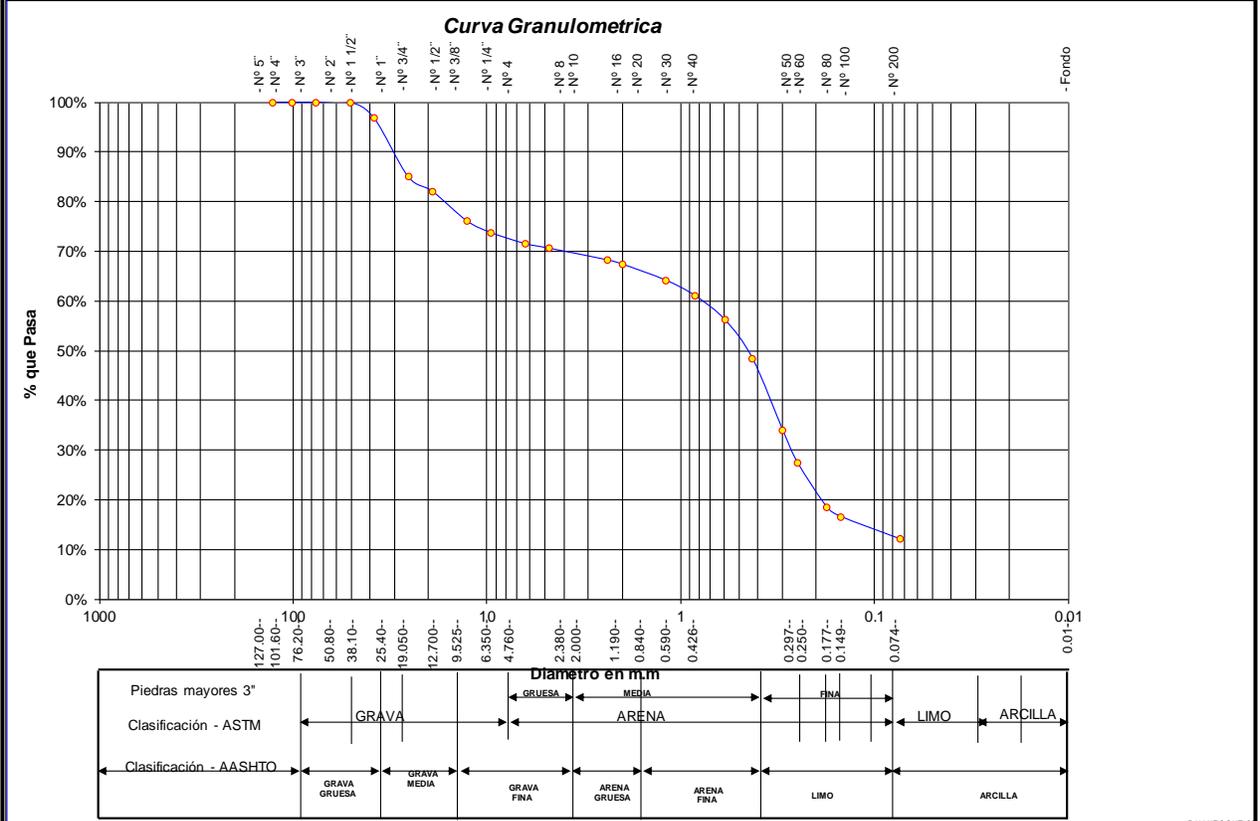
**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto"  
 Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Jr. Ucayali - Jr. J. Chávez  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m Calicata: C-07 M III  
 Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018

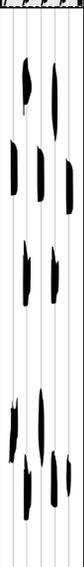
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:		
Ø	(mm)						SM	AASHTO	
5"	127.00						Modulo de Fineza AF:		
4"	101.60						Modulo de Fineza AG:		
3"	76.20						Equivalente de Arena:		
2"	50.80				100.00%		<b>Descripción Muestra:</b>		
1 1/2"	38.10	74.47	3.21%	3.21%	96.79%		Grupo suelos particulas gruesas Sub-Grupo : Arenas SM A		
1"	25.40	274.09	11.81%	15.02%	84.98%		Arenas limosa color marrón con clasificación 1/6		
3/4"	19.050	68.08	2.93%	17.95%	82.05%		SUCS =	SM	
1/2"	12.700	137.27	5.91%	23.87%	76.13%		AASHTO =	A1-b(0)	
3/8"	9.525	55.30	2.38%	26.25%	73.75%		LL =	NP	
1/4"	6.350	51.64	2.22%	28.47%	71.53%		LP =	NP	
Nº 4	4.760	21.82	0.94%	29.41%	70.59%		IP =	NP	
Nº 8	2.380	54.58	2.35%	31.76%	68.24%		IG =	0	
Nº 10	2.000	19.63	0.85%	32.61%	67.39%		D 90=	%ARC.	
Nº 16	1.190	75.69	3.26%	35.87%	64.13%		D 60=	%ERR.	
Nº 20	0.840	72.95	3.14%	39.01%	60.99%		D 30=	Cc	
Nº 30	0.590	112.49	4.85%	43.86%	56.14%		D 10=	Cu	
Nº 40	0.426	180.63	7.78%	51.64%	48.36%		<b>DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO</b>		
Nº 50	0.297	336.56	14.50%	66.14%	33.86%		Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 12,06% de finos de compacidad baja color marrón con resistencia la corte de regular a bueno con 58,53% de arena		
Nº 60	0.250	148.72	6.41%	72.55%	27.45%		<b>% de Humedad Natural de la muestra ensayada</b>		
Nº 80	0.177	206.36	8.89%	81.44%	18.56%		Número de tarro =	116	
Nº 100	0.149	46.41	2.00%	83.44%	16.56%		Peso del tarro =	200	
Nº 200	0.074	104.44	4.50%	87.94%	12.06%		Peso del tarro + Ms =	2602	
Fondo	0.01	279.87	12.06%	100.00%	0.00%		Peso del tarro + Ms =	2521	
TOTAL		2321.00				A B		Peso del agua	81
								Peso suelo húmedo	2402
								Peso suelo seco	2321
								% Humedad Muestr	3.50



**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

# Registro de Excavación

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b> TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU										
<b>REGISTRO DE EXCAVACION</b>										
<b>Ejecuta :</b>		<b>BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO</b>					<b>Elaboro :</b>		<b>Tesista</b>	
<b>Tesis :</b>		generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.					<b>Reviso :</b>		-	
<b>Ubicación :</b>		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín					<b>Tiempo :</b>		31° C - Seco	
<b>Calicata N°</b>		<b>C - 07</b>		Nivel freático No Presenta (m) Prof. Exc. 1.50 (m)		<b>Cota As. 312.00 (msnm)</b>		<b>FECHA :</b>		15/11/2018
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
315.00	I	Carpeta asfáltica				0.025	-			
314.98	II	El suelo es una arena arcillosa, mezcla mal dracuada de arena y arcillas, de consistencia dura, con finos de 24,61% , de plasticidad baja, LL = 25.87% color marrón con una resistencia al corte de regular a buena % de arena de 39.59%	A-2-6(0)	SM-SC		0.375	5.67			
314.60	III	Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 12,06% de finos de compacidad baja color marrón con resistencia al corte de regular a bueno con 58,53% de arena Con presencia de material granular hasta 2" de diámetro	A1+b(0)	SM		1.10	3.50			
313.50										
<b>OBSERVACIONES:</b> 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)										

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

**Tabla N°11: CALICATA 08**

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

	<p><b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b></p> <p><b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b></p> <p>TELEFONO: 042 582200 ANEXO.: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe</p> <p>CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU</p>			
<p>Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto Sa</p>				
<p>Localización del Proyecto: <u>DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN</u></p>		<p>Ubicación: <u>Psje 6 de Set.- Jr. J. Chávez</u></p>		
<p>Descripción del Suelo: <u>Suelo Arenoso Limoso Arcilloso</u></p>		<p>Profundidad de la Muestra: <u>0.90-1.50 m</u></p>		
<p>Hecho Por: <u>BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO</u></p>		<p>Calicata: <u>C-08 M IV</u> Fecha: <u>15/11/2018</u></p>		
<p><b>Determinación del % de Humedad Natural</b></p>		<p><b>ASTM 2216 - N.T.P. 339.127</b></p>		
LATA	611	612	613	614
PESO DE LATA grs	52.65	55.95	54.09	55.60
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	256.68	256.70	256.72	256.67
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	241.98	242.00	241.92	242.25
PESO DEL AGUA grs	14.70	14.70	14.80	14.42
PESO DEL SUELO SECO grs	189.33	186.05	187.83	186.65
% DE HUMEDAD	7.76	7.90	7.88	7.73
PROMEDIO % DE HUMEDAD	7.82			

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

# Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012)



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín." □  
 Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Psje 6 de Set.- Jr. J. Chávez  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.90-1.50 m Calicata: C-08 M IV  
 Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018

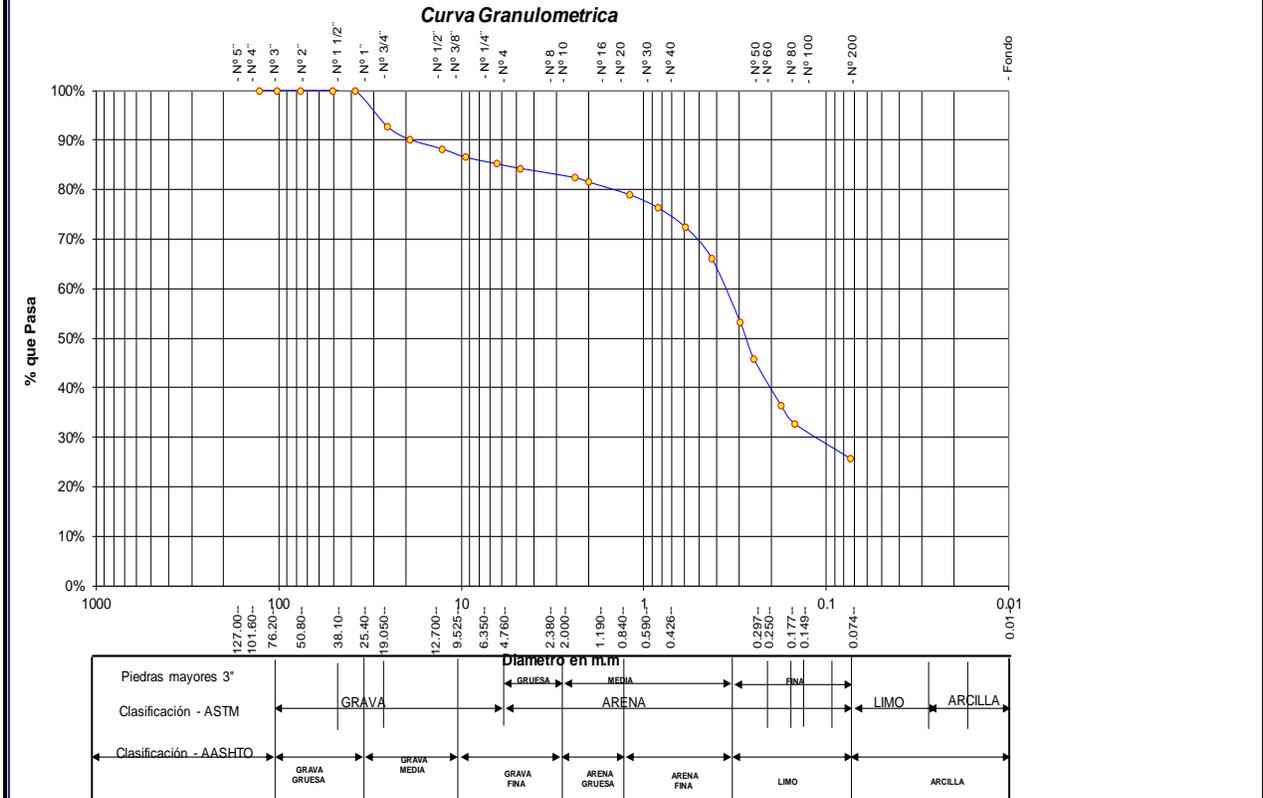
## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					<b>Descripción Muestra:</b>
2"	50.80					Grupo suelos particuladas gruesas
1 1/2"	38.10			100.00%		Sub-Grupo : Arenas
1"	25.40	154.90	7.24%	92.76%		SM-SC A-2-4(0)
3/4"	19.050	56.89	2.66%	90.10%		Arena limosa-arcillosa con matriz de arena color marrón con clasificación 7/2
1/2"	12.700	40.75	1.90%	88.20%		<b>SUCS = SM-SC AASHTO = A-2-4(0)</b>
3/8"	9.525	35.12	1.64%	86.56%		LL = 16.54 WT = 200.00
1/4"	6.350	29.64	1.39%	85.17%		LP = 12.08 WT+SAL = 2340.00
Nº 4	4.760	19.46	0.91%	84.26%		IP = 4.46 WSAL = 2140.00
Nº 8	2.380	39.55	1.85%	82.42%		IG = 0 WT+SDL = 1791.38
Nº 10	2.000	19.66	0.92%	81.50%		D 90= WSDL = 1591.38
Nº 16	1.190	55.23	2.58%	78.92%		D 60= %ARC = 25.64
Nº 20	0.840	55.23	2.58%	76.34%		D 30= %ERR = 0.00
Nº 30	0.590	85.77	4.01%	72.33%		D 10= Cc =
Nº 40	0.426	132.79	6.21%	66.12%		Cu =
Nº 50	0.297	275.96	12.90%	53.23%		
Nº 60	0.250	158.76	7.42%	45.81%		
Nº 80	0.177	202.35	9.46%	36.35%		
Nº 100	0.149	78.63	3.67%	32.68%		
Nº 200	0.074	150.69	7.04%	25.64%		
Fondo	0.01	548.62	25.64%	0.00%		
<b>TOTAL</b>		2140.00				

**DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO**  
 El suelo es una arena limo arcillosa, mezcla de arena, limo y arcilla con 25,64% de finos, color marrón con una resistencia al corte regular, de compacidad media a baja, finos de baja plasticidad, con un % de arena de 58,63%, suelo matriz del conglomerado con gravas de T.M. 2".

**% de Humedad Natural de la muestra ensayada**

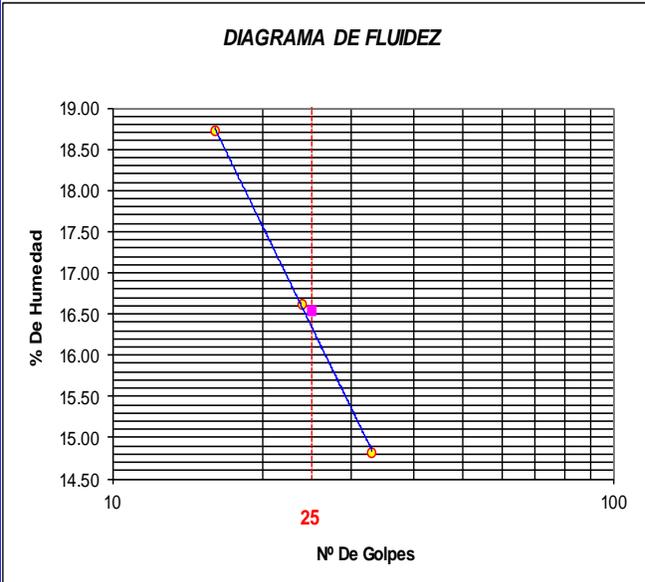
Número de tarro =	124	Peso del agua =	167
Peso del tarro =	200	Peso suelo húmedo =	2307
Peso del tarro + Mh =	2507	Peso suelo seco =	2140
Peso del tarro + Ms =	2340	% Humedad Muestr =	7.82



FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

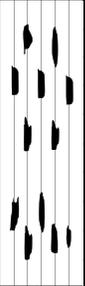
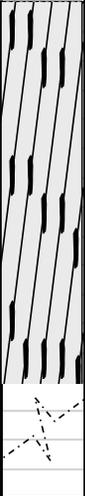
## Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318-N.T.P.339.129

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

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b> TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU																		
Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Trujillo"																			
Localización del Proyecto:	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN	Ubicación: Psje 6 de Set.- Jr. J. Chavéz																	
Descripción del Suelo:	Suelo Arenoso Limoso Arcilloso	Profundidad de la Muestra: 0.90-1.50 m																	
Hecho Por :	BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO	Calicata: C-08 M IV Fecha: 15/11/2018																	
<b>Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129</b>																			
LATA	148	133	109																
PESO DE LATA grs	28.12	28.29	28.63																
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	85.23	73.20	78.94																
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	76.22	66.80	72.45																
PESO DEL AGUA grs	9.01	6.40	6.49																
PESO DEL SUELO SECO grs	48.10	38.51	43.82																
% DE HUMEDAD	18.73	16.62	14.81																
NUMERO DE GOLPES	16	24	33																
																			
<b>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Indice de Flujo Fi</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Límite de contracción (%)</td> <td style="text-align: center;">ND</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td style="text-align: center;">✓ 16.54</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td style="text-align: center;">✓ 12.08</td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticidad Ip (%)</td> <td style="text-align: center;">4.46</td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td style="text-align: center;">SM-SC</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASHTO</td> <td style="text-align: center;">A-2-4(0)</td> </tr> <tr> <td>Indice de consistencia Ic</td> <td></td> </tr> </table>		Indice de Flujo Fi	✓	Límite de contracción (%)	ND	Límite Líquido (%)	✓ 16.54	Límite Plástico (%)	✓ 12.08	Indice de Plasticidad Ip (%)	4.46	Clasificación SUCS	SM-SC	Clasificación AASHTO	A-2-4(0)	Indice de consistencia Ic	
Indice de Flujo Fi	✓																		
Límite de contracción (%)	ND																		
Límite Líquido (%)	✓ 16.54																		
Límite Plástico (%)	✓ 12.08																		
Indice de Plasticidad Ip (%)	4.46																		
Clasificación SUCS	SM-SC																		
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)																		
Indice de consistencia Ic																			
<b>Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129</b>																			
LATA	123	187	156																
PESO DE LATA grs	28.53	33.11	28.86																
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	65.23	62.35	62.34																
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	61.27	59.20	58.73																
PESO DEL AGUA grs	3.96	3.15	3.61																
PESO DEL SUELO SECO grs	32.74	26.09	29.87																
% DE HUMEDAD	12.10	12.07	12.09																
% PROMEDIO		12.08																	

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad César Vallejo

# Registro de Excavación

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES</b> TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU										
<b>REGISTRO DE EXCAVACION</b>										
<b>Ejecuta :</b>								<b>Elaboro :</b>	<b>Tesista</b>	
<b>Tesis :</b>								<b>Reviso :</b>	-	
								<b>Tiempo :</b>	31° C - Seco	
<b>Ubicación :</b>		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín								
<b>Calicata N°</b>	<b>C - 08</b>	Nivel freático No Presenta (m)	Prof. Exc.	1.50	(m)	<b>Cota As.</b>	313.00	(msnm)		
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
315.00	I	Carpeta asfáltica				0.025				
314.98	II	Grava mal graduada, mezcla de grava y limo matriz limosa de compacidad media con finos de 9,17% no plasticos, matriz limosa color marrón presenta humedad baja, se aprecia boloneria cuyas gravas se encuentran con tamaños maximos de 2".	A 1+b(0)	GP-GM		0.375	104			
314.60	III	Suelo arenoso limoso mal graduado mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 11,87% de finos de compacidad baja color marrón con resistencia la corte de regular a bueno con 53,09% de arena	A 1+b(0)	SP-SM		0.50	6.78			
314.10	IV	El suelo es una arena limo arcillosa, mezcla de arena limo y arcilla con 25,64% de finos, color marrón con una resistencia al corte regular, de compacidad a baja, finos de baja plasticidad, con un % de arena de 58,63%, suelo matriz del conglomerado con gravas de T.M. 2".	A-2-4(0)	SM-SC		0.60	7.82			
313.50										
<b>OBSERVACIONES:</b>		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)								

FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo

## Relación Densidad -Humedad (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra.  
 Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Psje 6 de Set.- Jr. J. Chávez  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.90-1.50 m Calicata: C-08 M V  
 Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018  
 Nº Golpes / capa: 56 Nº 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

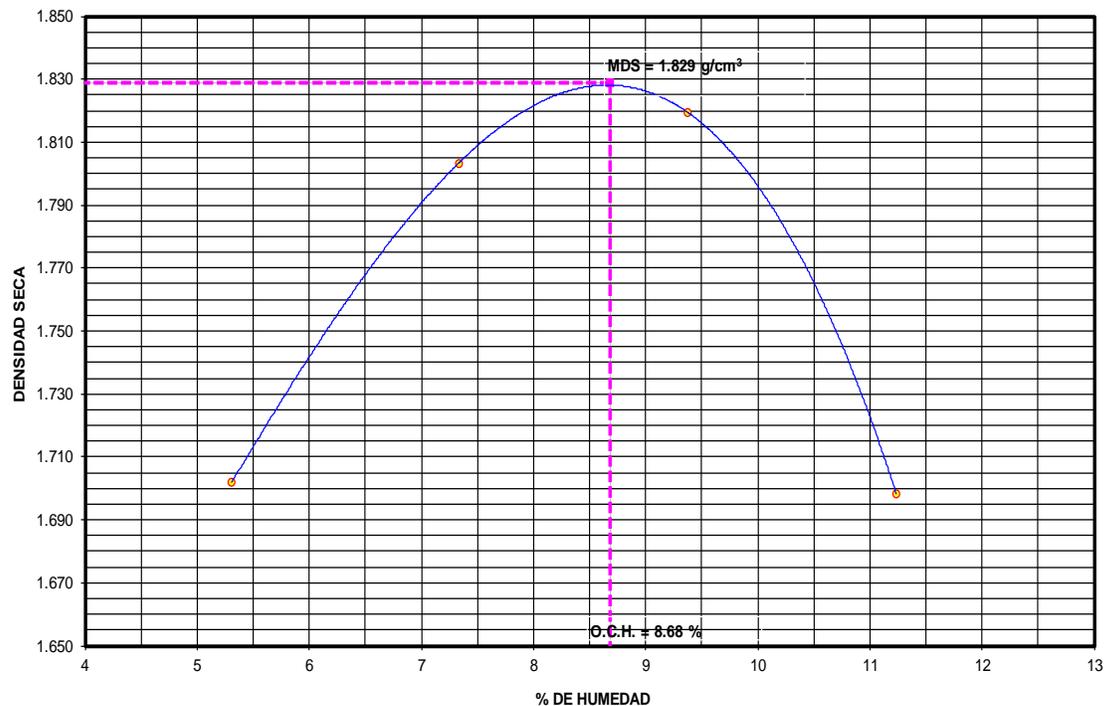
#### Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	56.78	56.78	55.85	56.60
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	157.76	157.67	156.89	157.09
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	152.67	150.78	148.23	146.94
PESO DEL AGUA (grs)	5.09	6.89	8.66	10.15
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	95.9	94.0	92.4	90.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	5.31	7.33	9.37	11.24
% PROMEDIO	5.31	7.33	9.37	11.24

#### Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	5.31	7.33	9.37	11.24
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10250.00	10554.00	10670.00	10456.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6445.00	6445.00	6445.00	6445.00
PESO DEL SUELO (grs)	3805	4109	4225	4011
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.94	1.99	1.89
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.702	1.803	1.819	1.70
Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )				1.829
Humedad Óptima%				6.68

#### COMPACTACION



FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo

## Valor Relativo Soporte (C.B.R.) ASTM D – 1883

Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad"																				
Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN						Ubicación: Psje 6 de Set.- Jr. J. Chavéz														
Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Limoso Arcilloso						Profundidad de la Muestra: 0.90-1.50 m		Calicata: C-08 M IV												
Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO						Fecha: 15/11/2018														
Nº Golpes / capa: 56		Nº Capas: 5		Peso del Martillo: 10 Lbs.		Altura: 11.7		Vol. 2123.0681												
Dimensiones del Molde		Diámetro: 15.2		Sobrecarga: 10 Lbs.																
Calib: 9.972631499																				
<b>VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883</b>																				
<b>Determinación del contenido de Humedad</b>																				
MUESTRA Nº / Nº GOLPES	1		2		3															
PESO DEL TARRO (grs)	55.67		55.63		56.76															
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.78		157.05		157.54															
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	148.70		148.95		149.49															
PESO DEL AGUA (grs)	8.08		8.10		8.05															
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.03		93.32		92.73															
CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.69		8.68		8.68															
<b>% PROMEDIO</b>	8.69		8.68		8.68															
<b>Determinación de la Densidad</b>																				
CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.69	8.68	8.68																	
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8500.00	8345.00	8189.00																	
PESO DEL MOLDE (grs)	4279.00	4279.00	4279.00																	
PESO DEL SUELO (grs)	4221.00	4066.00	3910.00																	
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.99	1.92	1.84																	
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.83	1.76	1.69																	
<b>EXPANSIÓN</b>																				
FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56						Nº GOLPES 25						Nº GOLPES 13					
			EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	m.m.M					
			m.m	%		m.m	%		m.m	%										
07/07/2016	9:00:00	0	890.00	0.00	0.00	789.00	0.00	0.00	1230.00	0.00	0.00	117								
08/07/2016	9:00:00	24	890.45	0.45	0.38	791.00	2.00	1.71	1233.00	3.00	2.56	117								
09/07/2016	9:00:00	48	891.00	1.00	0.85	792.00	3.00	2.56	1234.00	4.00	3.42	117								
10/07/2016	9:00:00	72	891.10									117								
11/07/2016	9:00:00	96	891.20					<b>N.E.</b>				117								
<b>PENETRACIÓN</b>																				
Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 13											
	Nº de golpes		CORRECCIÓN		Nº de golpes		CORRECCIÓN		Nº de golpes		CORRECCIÓN									
	Lec Dial	Lbs	Lbs/Pulg2		Lec Dial	Lbs	Lbs/Pulg2		Lec Dial	Lbs	Lbs/Pulg2									
0.000																				
0.025	18.00	222.21	74.07		10.00	142.43	47.48		1.00	52.67	17.56									
0.050	45.00	491.47	163.82		26.00	301.99	100.66		4.00	82.59	27.53									
0.075	78.00	820.57	273.52		45.00	491.47	163.82		9.00	132.46	44.15									
0.100	112.00	1159.64	386.55	38.65	60.00	641.06	213.69	21.37	14.00	182.32	60.77	6.08								
0.150	163.00	1668.24	556.08		83.00	870.43	290.14		23.00	272.07	90.69									
0.200	194.00	1977.39	659.13	43.94	104.00	1079.86	359.95	24.00	29.00	331.91	110.64	7.38								
0.250	237.00	2406.22	802.07		121.00	1249.39	416.46		35.00	391.74	130.58									
0.300	259.00	2625.61	875.20		133.00	1369.06	456.35		38.00	421.66	140.55									
0.400	280.00	2835.04	945.01		147.00	1508.68	502.89		43.00	471.53	157.18									
0.500	285.00	2884.90	961.63		148.00	1518.65	506.22		44.00	481.50	160.50									

FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo



# Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012)



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU

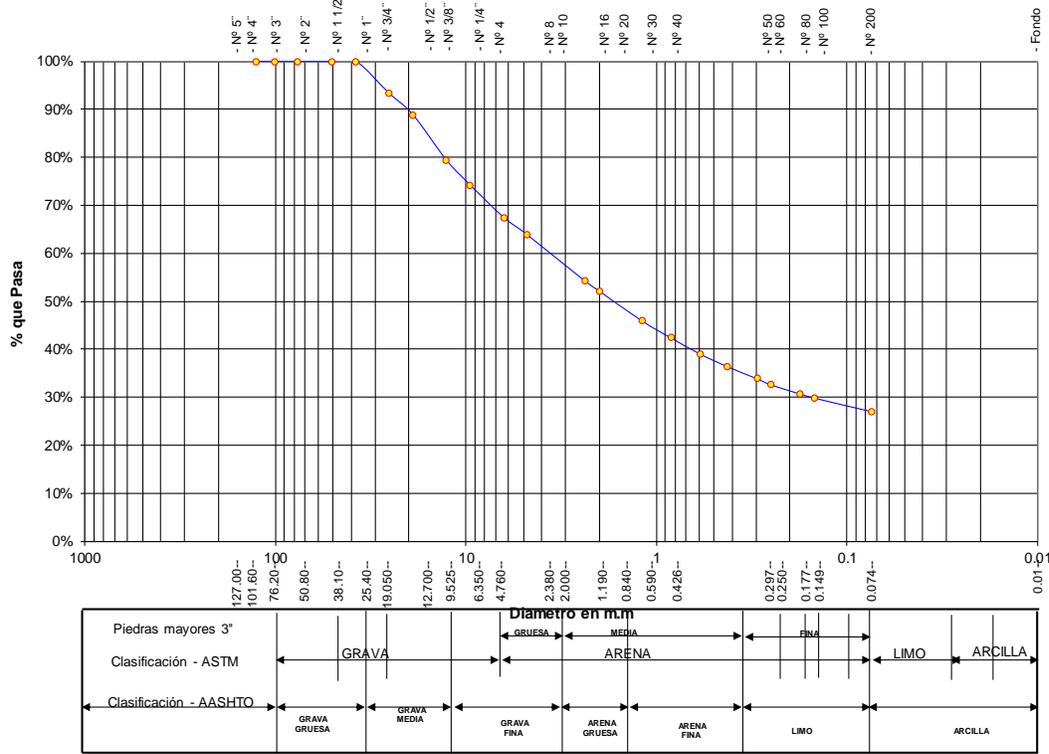


Proyecto: "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto Sa  
 Localización del Proyecto: DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DPTO DE SAN MARTIN Ubicación: Jr. S Eufrasia - Jr. J. Chavéz  
 Descripción del Suelo: Suelo Arenoso Arcilloso Profundidad de la Muestra: 0.80-1.50 m Calicata: C-09 M IV  
 Hecho Por: BACH. LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO Fecha: 15/11/2018

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa		
5"	127.00						Modulo de Fineza AF:
4"	101.60						Modulo de Fineza AG:
3"	76.20						Equivalente de Arena:
2"	50.80						Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10				100.00%		Grupo suelos partículas gruesas Sub-Grupo : Arenas SC
1"	25.40	119.35	6.70%	6.70%	93.30%		Arena arcillosa con matriz de arcilla color marrón con clasificación 4/2
3/4"	19.050	79.25	4.45%	11.14%	88.86%		SUCS = SC AASHTO = A-2-4(0)
1/2"	12.700	168.34	9.45%	20.59%	79.41%		LL = 21.59 WT = 200.00
3/8"	9.525	92.34	5.18%	25.77%	74.23%		LP = 14.21 WT+SAL = 1982.00
1/4"	6.350	120.55	6.76%	32.54%	67.46%		IP = 7.38 WSAL = 1782.00
Nº 4	4.760	65.23	3.66%	36.20%	63.80%		IG = 0 WT+SDL = 1500.53
Nº 8	2.380	170.25	9.55%	45.75%	54.25%		WSDL = 1300.53
Nº 10	2.000	37.52	2.11%	47.86%	52.14%		D 90 = %ARC = 27.02
Nº 16	1.190	111.40	6.25%	54.11%	45.89%		D 60 = %ERR = 0.00
Nº 20	0.840	62.52	3.51%	57.62%	42.38%		D 30 = Cc =
Nº 30	0.590	59.86	3.36%	60.98%	39.02%		D 10 = Cu =
Nº 40	0.426	46.28	2.60%	63.57%	36.43%		
Nº 50	0.297	45.20	2.54%	66.11%	33.89%		
Nº 60	0.250	23.04	1.29%	67.40%	32.60%		
Nº 80	0.177	33.15	1.86%	69.26%	30.74%		
Nº 100	0.149	15.42	0.87%	70.13%	29.87%		
Nº 200	0.074	50.83	2.85%	72.98%	27.02%		
Fondo	0.01	481.47	27.02%	100.00%	0.00%		
TOTAL		1782.00				A B	Peso del tarro + Ms = 1982 % Humedad Muestr 4.03

Curva Granulometrica



FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo

# Registro de Excavación



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO: 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



## REGISTRO DE EXCAVACION

Ejecuta :		TESISTA LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO				Elaboro :		Tesista	
Tesis :		UTILIZACION DE PCR PARA MINIMIZAR LA GENERACION DE FISURAS DEL JR JORGE CHAVEZ CDR				Reviso :		-	
						Tiempo :		31° C - Seco	
Ubicación :		Distrito de Tarapoto Provincia, Departamento y Región San Martín							
Calicata N°	C - 09	Nivel freático No Presenta (m)	Prof. Exc.	1.50	(m)	Cota As.	313.00	(msnm)	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO	
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
315.00	I	Carpeta asfaltica				0.025			
314.98	II	Grava mal graduada, mezcla de grava y limo matriz limosa de compacidad media con finos de 11,87% no plasticos, matriz limosa color marrón presenta humedad baja, se aprecia bolonería cuyas gravas se encuentran con tamaños maximos de 2".	A 1b(0)	GP-GM		0.375	2.03		
314.60	III	Suelo arenoso limoso mezcla de arena y limos mal graduados no plásticos de grano a medio a fino, con 25.65% de finos de compacidad baja color marrón con resistencia la corte de regular a bueno con 68.38% de arena	A-2-4(0)	SM		0.40	5.67		
314.20	IV	El suelo es una arena arcillosa, mezcla mal graduada de arena y arcillas, de consistencia dura con finos de 27.02% , de plasticidad baja, LL = 21.59% color marrón, con matriz de arcilla color marrón con una resistencia al corte de regular buena con % de arena de 36.78	A-2-4(0)	SC		0.70	4.03		
313.50									
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)							

**FUENTE:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales-Universidad Cesar Vallejo



**DISEÑO DE  
MEZCLA  
ASFÁLTICA**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**A.S.T.M.D. 1883 - A.A.S.H.T.O. T 193 - N.T.P. 339.145**

Proyecto: Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr Jorge Chavez cdra 01-09 ciudad de tarapoto

Tesista: Lucía Esther Ubidia Pinedo

Ing° Resp.

Localización Ciudad de Tarapoto Prov San Martín

Dist Tarapoto

Resp. Téc. Lab. C. Mendoza S.

Descripción **Granular** Calicata - Muestra : Grava Prof.(m.) : Global

Material : Suelo gravoso limoso arcilloso

Fecha 11/09/18

Método de Compactación : ASTM D 1557 Proctor Modificado Metodo C.										Remoldeo y Compactación C.B.R.					
Molde N° 4 N° de Golpes : 25										Molde N° 2		Molde N° 4		Molde N° 1	
P.suelo húm.+molde, (gr.)	7886.0		8147.0		8285.0		8200.0			8632.0	8885.0	8870.0			
Peso suelo húm., (gr.)	4535.0		4796.0		4934.0		4849.0			5280.0	4658.0	4472.0			
Volumen molde, (cc.)	2141.0		2141.0		2141.0		2141.0			2302.0	2123.0	2129.0			
Nro. Tamo	4	8	15	30	60	120	240	480	960	10	46	95	25	11	35
Peso Tara, [gr]	41.70	40.60	42.10	40.50	42.70	40.30	40.50	41.60		42.60	40.30	40.60	41.60	42.20	43.80
Peso Tara+suelo húm., [gr]	184.10	165.20	196.30	206.60	154.60	207.10	210.80	188.50		264.30	265.10	136.20	136.00	196.70	195.30
Peso Tara+suelo seco, [gr]	179.50	161.00	188.90	198.50	147.30	196.10	196.40	175.70		251.00	250.70	130.10	130.30	186.80	186.00
Peso Agua, [gr]	4.60	4.20	7.40	8.10	7.30	11.00	14.40	12.80		13.30	14.40	6.10	5.70	9.90	9.30
Peso Suelo Seco, [gr]	137.80	120.40	146.80	158.00	104.60	155.80	155.90	134.10		208.40	210.40	89.50	88.70	144.60	142.20
Cont.de Humedad, [%]	3.34	3.49	5.04	5.13	6.98	7.06	9.24	9.55		6.38	6.84	6.82	6.43	6.85	6.54
Prom. de humedad, [%]	3.42		5.09		7.02		9.40			6.61	6.63	6.70			
Dens. húmeda, (gr/cc)	2.118		2.240		2.305		2.265			2.294	2.194	2.101			
Dens. seca, (gr/cc)	2.048		2.133		2.155		2.073			2.156	2.054	1.966			
Penetrac. (pulg")	Molde N° 01. N° de Golpes 12			Molde N° 02. N° de Golpes 25			Molde N° 03. N° de Golpes 56			Absorción					
	Lectura Dial	Corrección Lib.	Lib./pulg <sup>2</sup>	Lectura Dial	Corrección Lib.	Lib./pulg <sup>2</sup>	Lectura Dial	Corrección Lib.	Lib./pulg <sup>2</sup>	N° molde			56 golpes/25 golpes/12 golpes		
0.000			0.00			0.00			0.00	Peso suelo húm. + molde, (gr)			8632.0	8885.0	8870.0
0.025	81	443	148	132	711	237	175	937	312	Peso suelo embebido + molde, (gr)			8640.0	8896.0	8882.0
0.050	138	742	247	203	1084	361	250	1330	443	Peso molde, (gr)			3351.0	3351.0	3351.0
0.075	175	937	312	245	1304	435	300	1593	531	Peso suelo húmedo., (gr)			5289.0	5545.0	5531.0
0.100	196	1047	349	276	1467	489	340	1802	601	Agua absorbida, (gr)			8.0	11.0	12.0
0.150	225	1199	400	317	1682	561	390	2065	688	Peso suelo seco, (gr)			4961.07	5545	5187.1
0.200	246	1309	436	349	1850	617	426	2254	751	Absorción, (%)			0.16	0.20	0.23
0.250	261	1388	463	374	1981	660	462	2443	814	Expansión L. D. (x 0.01mm)					
0.300	276	1467	489	398	2107	702	491	2595	865	Fecha	Hora	56 golpes	25 golpes	12 golpes	
0.400	298	1582	527	433	2291	764	544	2873	958	14:30:00 p.m.		0.0	0.0	0.0	
0.50	311	1650	550	460	2432	811	581	3067	1022	15:30:00 p.m.		21.0	20.0	22.0	
SUCS	SP-SC	Lím. Líq.	25.40	Mat. < N° 200	10.0	Máx. Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.156			15:30:00 p.m.		34.0	41.0	38.0	
AASHTO	A1-b(0)	L Plástico	5.90	P. especif. (gr/cm <sup>3</sup> )	2.57					15:30:00 p.m.		65.0	67.0	71.0	
Abs. (%)	0.38	Emb.(dias)	4	Hum Penetrac. (%)	0.16	Opt. Cont. de humedad (%)				15:30:00 p.m.		0.38	0.40	0.42	
CBR al 100% M.D.S.(%)			60.0	CBR al 95% M.D.S.(%)	48.0		6.60			% de Expansión					

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



TESISTA: LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO

Descripción Calicata Muestra

Prof : Global

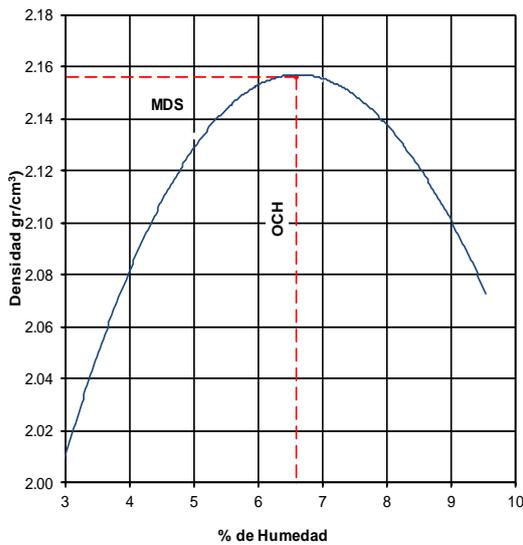
Material : Mezcla de Suelo + Grava con T.M. 2"

Máx. Dens. seca Proctor Modificado:

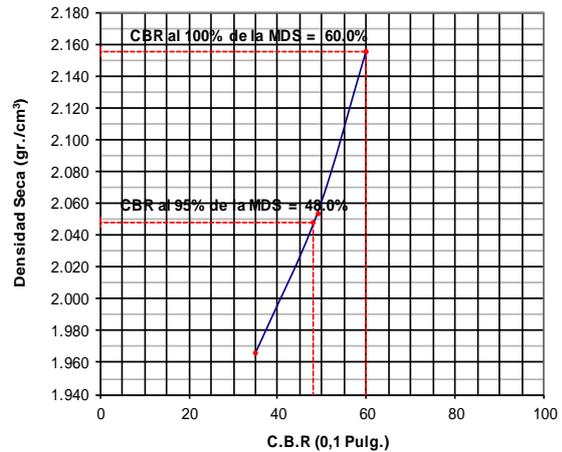
Fecha 12/09/18

2.156 gr/cm<sup>3</sup>

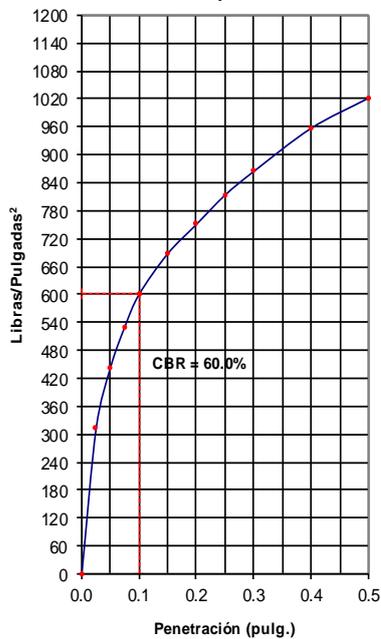
Curva Humedad - Densidad



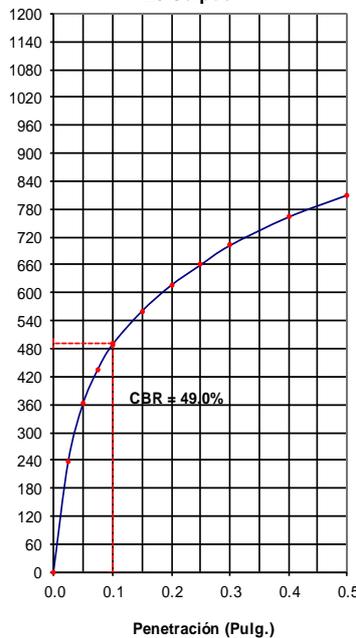
Curva C.B.R.



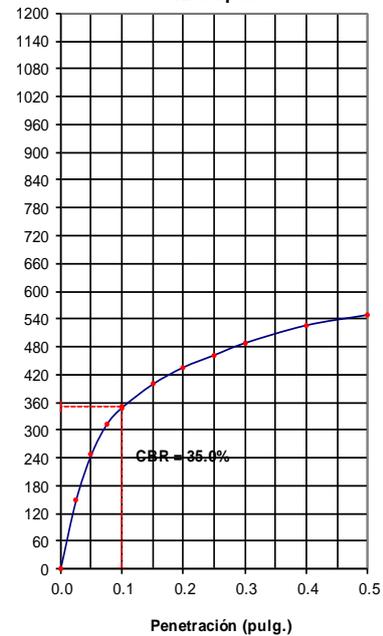
56 Golpes



25 Golpes



12 Golpes



Golpes	W. (%)	$\delta$ (gr./cm <sup>3</sup> )	Expansión %	COMP. %	C.B.R. $\alpha$ 0,1"	C.B.R. $\alpha$ 0,2"	C.B.R. al 95% M.D.S.	C.B.R. al 100% M.D.S.
12	6.70	1.966	0.00	91	35.0			
25	6.63	2.054	0.00	95	49.0		48.0	60.0
56	6.61	2.156	0.00	100	60.0			

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES -PERÚ



## PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

ASTM D-4791

TESISTA: Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto:** Diseño de pavimento flexible con la utilizacion de polvo de caucho reciclado para minimizar la generacion de fisuras del jr jorge chavez cdra 01-09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación** Ciudad de Tarapoto, Provincia y Region San Martin

**Muestra** Material de capa de Sub base

**Hecho por** Resp. Téc. C Mendoza S.

**Fecha** 14/09/18

### Referencias de la muestra

**Identificación** Cantera de río. Piedra chancada.

**Descripción** Agregado sub angular.

TAMIZ	PESO POR MALLAS A (grs)	PESO CHATAS Y ALARGADAS B (grs)	PORCENTAJE C = B/A* 100 (%)	GRADACION ORIGINAL D (%)	CORRECCION E = C*D (%)	E/D (%)
1 1/2" - 1"	-	-	-	-	-	
1" - 3/4"	3470.00	247.00	7.10	58.43	414.90	
3/4" - 1/2"	1336.00	105.00	6.80	25.86	175.80	
1/2" - 3/8"	615.00	88.00	14.30	10.36	148.10	
3/8" - 1/4"	318.00	121.00	38.10	5.35	203.80	
PESO TOTAL (T)	5739.00					7.8

**OBSERVACIONES :** Relación del calibrador 1:3 (espesor/longitud)  
Muestras tomadas e identificadas por los interesados.

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martin



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



## EQUIVALENTE DE ARENA

ASTM D 2419 - AASHTO T 176 MTC EG200-114

**Proyecto:** Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del jr jorge chavez cdra 01-09 ciudad de tarapoto.

**Tesista:** Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Descripcion de la muestra:** arena de capa de Sub-Base

**Naturaleza del material :**

**Procedencia :**

**Fecha :** 18/09/18

Prueba N°	1	2		
Frasco N°	4	2		
Temperatura ambiente [°C]	27	27		
Procedimiento	Tiempos [hr:min:seg]	Lecturas [pulg]	Tiempos [hr:min:seg]	Lecturas [pulg]
Hora de Inicio	9:14:30		9:17:28	
Agitacion, irrigación, inicio de reposo	9:16:32		9:19:31	
Final de reposo, [20 min]	9:36:28		9:39:26	
Lectura de finos		7.0		7.2
Lectura de arena		4.3		4.5
EQUIVALENTE ID, [%]		61.4		62.5

**Método de agitado:** Mecánico-eléctrico.

Valor ajustado, obtenido en Laboratorio **62%**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



Tesista: Lucia Esther Ubidia Pinedo

Ubicación : Ciudad de Tarapoto

: Fecha de Entrega :20/09/18

## Referencias de la muestra

Identificación : M-1

Prof: GLOBAL

Presentación : 01 bolsa de polipropileno

Descripción : PIEDRA CHANCADA DE CAPA DE SUB BASE

Cantidad : 5,0 kg Aprox.

## CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.178 AASHTO T-290

Peso de crisol	gr.	21.3054
Peso crisol + sulfatos	gr.	21.3341
Peso sulfato	gr.	0.0287
Volumen muestra ensayada	ml.	100.00
Factor correccion Ba SO <sub>4</sub>		0.412
Sulfatos	%	0.0118
p.p.m.		118.244

118.244 ppm <1000 ppm

Observaciones

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES-PERÚ



**TESIS :** DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACION DE FISURAS DEL JR. JORGE CHAVEZ CUADRA 01 - 09 CIUDAD DE TARAPOTO.

**REALIZADO :** TESISISTA LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO

**FECHA :** 05/09/18

### COMBINACION DE CANTERAS PARA BASE (PROPUESTA)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

MALLAS SERIE USA	DESCRIPCIÓN ABERTURA (mm)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO												COMBINACION		ESPECIFICACIONES TECNICAS												
		Material de río chancado (75%)		Homigón zarandeado de río (15%)								Arena limosa (10%)		Resultado de mezcla		REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE BASE												
		RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)					
3"	76.200																											
2 1/2"	63.500														100.00													
2"	50.800														-	100.00	100	100	100	100								
1 1/2"	38.100														-	100.00												
1"	25.400	6.39	100.00	3.47	96.53										5.31	94.69			75	95	100	100	100	100				
3/4"	19.050	14.46	85.54	4.34	92.19										11.50	83.19												
3/8"	9.525	24.10	61.44	4.67	87.52										18.78	64.41	30	65	40	75	50	85	60	100				
Nº 4	4.760	30.69	30.75	2.09	85.43										100.00	23.33	41.08	25	55	30	60	35	65	50	85			
Nº 10	2.000	24.36		1.67	83.76										0.53	99.47	18.57	22.51	15	40	20	45	25	50	40	70		
Nº 20	0.840			7.27	76.49										6.00	93.47	1.69	20.82										
Nº 40	0.426			16.66	59.83										6.80	86.67	3.18	17.64	8	20	15	30	15	30	25	45		
Nº 80	0.177			36.08	23.75										12.00	74.67	6.61	11.03										
Nº 100	0.149			3.28	20.47										9.87	64.80	1.48	9.55										
Nº 200	0.074			7.69	12.78										12.73	52.07	2.43	7.12	2	8	5	15	5	15	8	15		
< 200	-			12.78	-										52.07	-	7.12	-										

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO  
CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES  
MORALES - PERÚ

**Proyecto:** Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chavez cdra 01-09, Ciudad de Tarapoto.

**Registro :** 0085-2018

**Localización :** Prov: San Martín Dist: Tarapoto

**Ing° Resp.**

**Tesista:** Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Resp. Téc. Lab.** C. Mendoza S.

**Material :** Base Granular

**Fecha:** 08/09/18

Método de Compactación : ASTM D 1557 Proctor Modificado Metodo A.										Remoldeo y Compactación C.B.R.										
Molde N° : 4 N° de Golpes : 56										Molde N° 2		Molde N° 4		Molde N° 1						
P.suelo húm.+molde, (gr.)	11235.0		11503.0		11594.0		11551.0			9167.0	8920.0		8886.0							
Peso suelo húm., (gr.)	4624.0		4892.0		4983.0		4940.0			4889.0	4693.0		4488.0							
Volumen molde, (cc.)	2130.0		2130.0		2130.0		2130.0			2105.0	2123.0		2129.0							
Nro. Taro	37	1	24	2	14	7	29	27		17	44	20	33	5	19					
Peso Tara, [gr]	41.60	40.50	42.30	40.70	43.70	41.30	21.54	40.80		42.60	42.50	40.40	40.40	42.20	42.50					
Peso Tara+suelo húm., [gr]	170.50	184.10	141.40	184.00	159.00	182.10	161.50	145.20		264.60	264.30	136.20	136.20	196.70	196.70					
Peso Tara+suelo seco, [gr]	166.40	179.30	136.30	176.90	151.30	172.90	149.70	136.50		251.90	251.50	130.80	130.50	187.80	187.50					
Peso Agua, [gr]	4.10	4.80	5.10	7.10	7.70	9.20	11.80	8.70		12.70	12.80	5.40	5.70	8.90	9.20					
Peso Suelo Seco, [gr]	124.80	138.80	94.00	136.20	107.60	131.60	128.16	95.70		209.30	209.00	90.40	90.10	145.60	145.00					
Cont.de Humedad, [%]	3.29	3.46	5.43	5.21	7.16	6.99	9.21	9.09		6.07	6.12	5.97	6.33	6.11	6.34					
Prom. de humedad, [%]	3.38		5.32		7.08		9.15			6.10		6.15		6.23						
Dens. húmeda, (gr/cc)	2.171		2.297		2.339		2.319			2.323		2.211		2.108						
Dens. seca, (gr/cc)	2.100		2.179		2.183		2.123			2.190		2.086		1.987						
Penetrac. (pulg")	Molde N° 01. N° de Golpes 12			Molde N° 02. N° de Golpes 25			Molde N° 03. N° de Golpes 56			Absorción										
	Lectura		Corrección		Lectura		Corrección		Lectura		Corrección		N° molde		56 golpes		25 golpes		12 golpes	
	Dial		Lib.		Lib/pulg <sup>2</sup>		Dial		Lib.		Lib/pulg <sup>2</sup>		Lib/pulg <sup>2</sup>		Peso suelo húm. + molde, (gr)		Peso suelo embebido + molde, (gr)		Peso molde, (gr)	
	0.000		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		398		596		720		807	
	0.025		197		253		224		1194		398		596		720		807		807	
	0.050		300		429		337		1787		596		720		807		807		807	
	0.075		366		548		408		2159		720		807		807		807		807	
	0.100		412		627		458		2422		807		807		807		807		807	
	0.150		470		723		524		2768		923		923		923		923		923	
	0.200		515		786		580		3062		1021		1021		1021		1021		1021	
	0.250		559		839		625		3298		1099		1099		1099		1099		1099	
	0.300		592		886		661		3487		1162		1162		1162		1162		1162	
0.400		643		958		714		3765		1255		1255		1255		1255		1255		
0.50		681		1001		753		3970		1323		1323		1323		1323		1323		
SUCS		GP-GM		L.L.		N.P.		Mat. < N° 200		7.1		Máx. Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		2.190		2.190		2.190		
AASHTO		A1-a(0)		L.P.		N.P.		P. especific. (gr/cm <sup>3</sup> )		-		2.190		2.190		2.190		2.190		
Abs. (%)		0.00		Emb.(dias)		04		Hum. Penetrac. (%)		0.00		Opt. Conf. de humedad (%)		6.10		6.10		6.10		
CBR al 100% M.D.S.(%)			81.0			CBR al 95% M.D.S.(%)			62.0			%			de Expansión					

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín



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

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

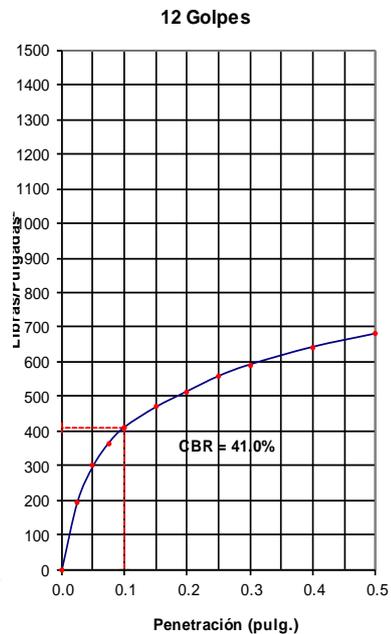
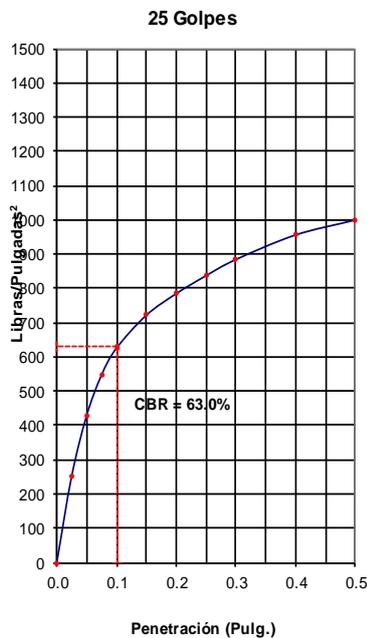
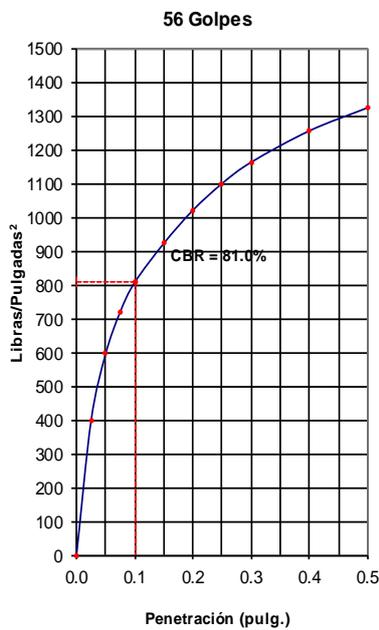
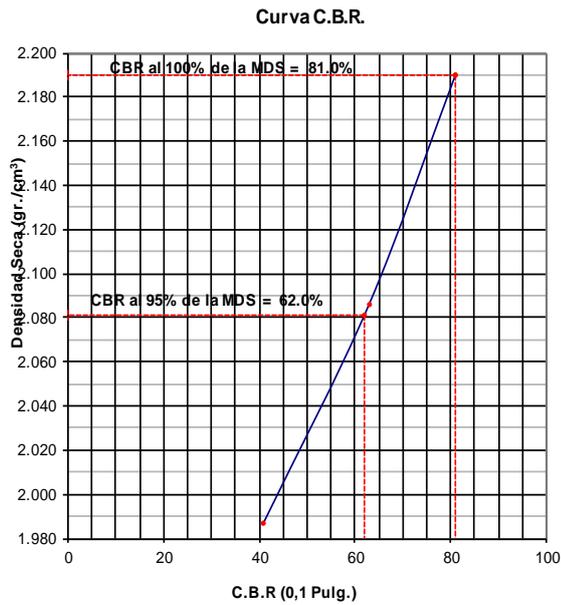
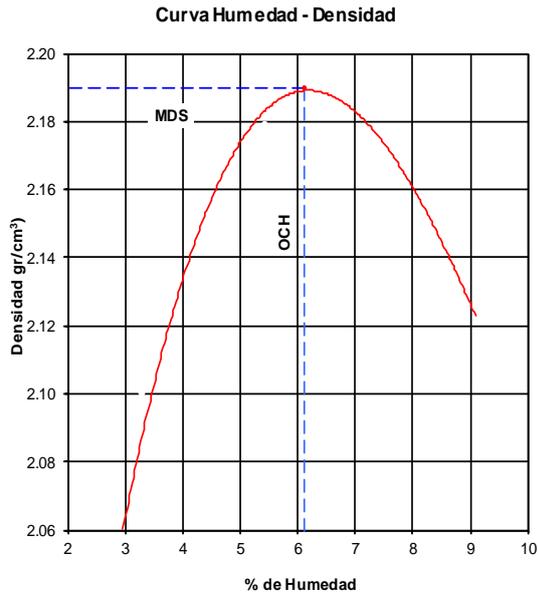
CIUDAD UNIVERSTARIA - MORALES

MORALES -PERÚ



**Testista: Lucia Esther Ubidia Pinedo**      **Fecha: 09/11/18**  
**Material : Base Granular**

**Máx. Dens. seca Proctor Modificado:**  
**2.190** gr/cm<sup>3</sup>



Golpes	W. (%)	$\delta$ .(gr./cm <sup>3</sup> )	Expansión %	COMP. %	C.B.R. $\alpha$ 0,1"	C.B.R. $\alpha$ 0,2"	C.B.R. al 95%	C.B.R. al 100% M.D.S.
12	6.23	1.987	0.00	91	41.0		M.D.S.	
25	6.15	2.086	0.00	95	63.0		62.0	
56	6.10	2.190	0.00	100	81.0			81.0

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



Proyecto: Diseño de pavimento flexible con la utilizavion de polvo de caucho reciclado para minimizar la generacion de fisuras

Tesista: Lucia Esther Ubidia Pinedo

Ubicación: Ciudad de Tarapoto

Muestra Material de capa de Base

Hecho por Resp. Téc. C.Mendoza S.

Fecha:10/09/18

## PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

NORMA ASTM D-4791

### Referencias de la muestra

Identificación Cantera de río. Piedra chancada.

Descripción Agregado sub angular.

TAMIZ	PESO POR MALLAS A (grs)	PESO CHATAS Y ALARGADAS B (grs)	PORCENTAJE C = B/A* 100 (%)	GRADACION ORIGINAL D (%)	CORRECCION E = C*D (%)	E/D (%)
1 1/2" - 1"	-	-	-	-	-	
1" - 3/4"	3581.00	276.00	7.70	58.80	452.80	
3/4" - 1/2"	1625.00	113.00	7.00	26.68	186.80	
1/2" - 3/8"	637.80	154.00	24.10	10.47	252.30	
3/8" - 1/4"	246.00	124.00	50.40	4.04	203.60	
PESO TOTAL (T)	6089.80					9.3

### OBSERVACIONES :

Relación del calibrador 1:3 (espesor/longitud)

Muestras tomadas e identificadas por los interesados.

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES -PERÚ



## EQUIVALENTE DE ARENA

ASTM D 2419 - AASHTO T 176 MTC EG200-114

**Proyecto:** Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del jr. Jorge chavez cdra 01-09 ciudad de tarapoto.

**Tesista:** Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Descripción de la muestra:** arena de capa de Base

**Procedencia:** Muestra Preparada

**Fecha:** 11/09/18

Prueba N°	1		2	
Frasco N°	3		1	
Temperatura ambiente [°C]	27		27	
Procedimiento	Tiempos [hr:min:seg]	Lecturas [pulg]	Tiempos [hr:min:seg]	Lecturas [pulg]
Hora de Inicio	8:20:16		8:24:16	
Agitación, irrigación, inicio de reposo	8:22:13		8:26:15	
Final de reposo, [20 min]	8:42:14		8:46:11	
Lectura de finos		6.4		6.2
Lectura de arena		4.5		4.8
EQUIVALENTE ID, [%]		70.3		77.4

**Método de agitado:** Mecánico-eléctrico.

Valor ajustado, obtenido en Laboratorio **74%**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



Tesista: Lucia Esther Ubidia Pinedo

Proyecto : Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho

Fecha Recepción : 03/09/18

## Referencias de la muestra

Identificación : M-1

Prof :

Presentación : 01 bolsa de polipropileno

Descripción : PIEDRA CHANCADA DE CAPA DE BASE

Cantidad : 5,0 kg Aprox.

## CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.178 AASHTO T 290

Peso de crisol	gr.	21.3022
Peso crisol + sulfatos	gr.	21.3276
Peso sulfato	gr.	0.0254
Volumen muestra ensayada	ml.	100.00
Factor correccion Ba SO <sub>4</sub>		0.41
Sulfatos	%	0.0105
p.p.m.		104.468

104.648 ppm < 1000 ppm

Observaciones

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNVERSTARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



Tesista: Lucia Esther Ubidia Pinedo

Proyecto : Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del jr jorge chavez cdra 01-09

Ubicación : Ciudad de Tarapoto Provincia y Region San Martin

Fecha Recepción : 03/09/18

Referencias de la muestra

Identificación : M-1

Prof : -

Presentación : 01 bolsa de polipropileno

Descripción : PIEDRA CHANCADA DE CAPA DE BASE

Cantidad : 5,0 kg Aprox.

## CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.177 AASHTO T 291

Consumo de Solución $\text{AgNO}_3$	ml.	0.2585
Contenido de Cloruro	%	0.0091
Contenido de Cloruro	p.p.m.	91.235

91.235 ppm < 6000 ppm

Observaciones

FUENTE: Universidad Nacional de San Martin



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**Tesista:** Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto :** Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del jr Jorge Chavez

**Ubicación :** Ciudad de Tarapoto Provincia y Region San Martin

**Fecha Recepción :** 03/09/18

## Referencias de la muestra

**Identificación :**

**Prof :** -

**Presentación**

01 bolsa de polipropileno

**Descripción :** PIEDRA CHANCADA DE CAPA DE BASE

**Cantidad**

5,0 kg Aprox.

## CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.152 BS1377

Peso de crisol	gr.	22.0187
Peso crisol + sales	gr.	22.0272
Peso sales	gr.	0.0085
Peso de muestra	gr.	50.0
Sales	%	0.0169
p.p.m.		169.200

169,200 ppm <6000 ppm

**Observaciones :**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín

**ASFALTO**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



## CARAS FRACTURADAS

ASTM D 5821. MTC E 210

**TESISTA:** Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto** Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del jr. Jorge Chavez cdra 01+09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación** Ciudad de Tarapoto

**Fecha** 25/09/2018

### Referencias de la muestra

**Identificación** Piedra chancada

**Descripción** : Agregado para asfalto

### 1. CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RET TAMIZ	[grs]	[grs]	[[B/A]*100]	[%]	C*D
1 1/2"	1"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
3/4"	1/2"	1200.00	1014.0	84.50	29.40	2484.30
1/2"	3/8"	300.00	213.0	71.00	17.20	1221.20
TOTAL		1500.00				
<b>PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (%) =</b>				TOTAL E	<b>79.5</b>	
				TOTAL D		

### 2. CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RET TAMIZ	[grs]	[grs]	[[B/A]*100]	[%]	C*D
1 1/2"	1"	0.00			0.00	0.00
1"	3/4"	1500.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	1/2"	1200.00	854.00	71.20	29.40	2093.30
1/2"	3/8"	300.00	107.00	35.70	17.20	614.00
TOTAL		3000.00				
<b>PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS (%) =</b>				TOTAL E	<b>58.1</b>	
				TOTAL D		

### Observaciones :

Muestras tomadas e identificadas por los interesados.

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martin



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES -PERÚ



## DETERMINACION DE PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

ASTM D693 - MTC E221

**Proyecto** Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del jr jorge chavez cdra 01-09 ciudad de

**Ubicación** Ciudad de Tarapoto

**TESISTA** Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Muestra** Asfalto

**Hecho por** Resp. Téc. C Mendoza S. **Fecha** 25/09/2018

**Referencias de la muestra** Diseño de asfalto tesis

**Identificación** Grava

**Descripción** Agregado chancado sub angular.

TAMIZ	PESO POR MALLAS A (grs)	PESO CHATAS Y ALARGADAS B (grs)	PORCENTAJE C= B/A* 100 (%)	GRADACION ORIGINAL D (%)	CORRECCION E = C*D (%)	E/D (%)
1 1/2" - 1"	-	-	-	-	-	
1" - 3/4"						
3/4" - 1/2"						
1/2" - 3/8"	1237.80	109.20	8.80	69.40	610.70	
3/8" - 1/4"	546.00	49.00	9.00	30.60	275.40	
PESO TOTAL (T)	1783.80	109.20	8.80	69.40	610.70	8.80

**OBSERVACIONES :** Relación del calibrador 1:3 (espesor/longitud)  
Muestras tomadas e identificadas por los interesados.

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



## DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO

ASTM C 88 - AASHTO T-104 MTC E-209

**Proyecto:** Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación:** Ciudad de Tarapoto

**Tesista:** Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Cantera:**

**Descripción:** piedra chancada TMN 1/2" arena triturada (38%), arena natural (20%)

**Profundidad (m.):** - **Fecha:** SET 2018

**Hecho Por** Resp. Tec. Lab. C. Mendoza S. **Procedencia:** Acopio Planta

### ANÁLISIS CUANTITATIVO

#### AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensavada	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"		3000±300							
2"	1 1/2"		2000±200							
1 1/2"	1"		1000±50							
1"	3/4"		500±30							
3/4"	1/2"	27.6	670±10	672		591.0	81.0	12.1	2.35	
1/2"	3/8"	10.1	330±5	331.5		199.8	131.7	39.7	2.85	
3/8"	N° 4	18.2	300±5	303		230.1	72.9	24.1	3.11	
<b>TOTALES</b>		39.5		1306.5		1020.9			8.30	

#### AGREGADO FINO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensavada	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	N° 04	33.2	100	100	--	90.2	9.8	9.8	3.3	--
N° 04	N° 08	18.4	100	100	--	87.1	12.9	12.9	2.4	--
N° 08	N° 16	8.8	100	100	--	90.3	9.7	9.7	0.9	--
N° 16	N° 30	10.1	100	100	--	93.7	6.3	6.3	0.6	--
N° 30	N° 50	14.0	100	100	--	90.8	9.2	9.2	1.3	--
N° 50	N° 100	7.5	100	100	--	95.0	5.0	5.0	0.4	--
< N° 100		2.2								
<b>TOTALES</b>		94.1		600.0		547.1			8.8	

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES -PERÚ



## EQUIVALENTE DE ARENA

ASTM D 2419 - AASHTO T 176 MTC EG200-114

**Proyecto** Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de tarapoto.

**Tesista** Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Descripcion de la muestra** arena triturada (38%), arena natural (20%)

**Naturaleza del material :**

**Procedencia :**

**Fecha :** 29/09/2018

Prueba N°	1	2		
Frasco N°	4	2		
Temperatura ambiente [°C]	26	26		
Procedimiento	Tiempos [hr:min:seg]	Lecturas [pulg]	Tiempos [hr:min:seg]	Lecturas [pulg]
Hora de Inicio	9:50:20		9:55:20	
Agitacion, irrigación, inicio de reposo	10:00:23		10:05:22	
Final de reposo, [20 min]	10:20:24		10:25:21	
Lectura de finos		4.9		5.0
Lectura de arena		3.7		3.8
EQUIVALENTE ID, [%]		75.5		76.0

**Metodo de agitado** Mecánico-eléctrico.

Valor ajustado, obtenido en Laboratorio **76%**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO  
CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES



MORALES - PERÚ

**Tesista** : Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto** : Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación** : Ciudad de Tarapoto

**Fecha** : 30/09/18

### Referencias de la muestra

**Identificación** : **Prof** : **Presentación** : 01 bolsa de polipropileno

**Descripción** : ARENA TRITURADA **Cantidad** : 5,0 kg Aprox.

### CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.178 AASHTO T 290

Peso de crisol	gr.	21.3157
Peso crisol + sulfatos	gr.	21.3582
Peso sulfato	gr.	0.0425
Volumen muestra ensayada	ml.	100.00
Factor correccion Ba SO <sub>4</sub>		0.0412
Sulfatos	%	0.0175
p.p.m.		175.100

175.100 ppm < 1000 ppm

**Observaciones**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**Tesista** : Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto** : Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 0+09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación** : Ciudad de Tarapoto

**Fecha** : 01/10/18

## Referencias de la muestra

**Identificación** : Agregado para asfalto

**Presentación** : 01 bolsa de polipropileno

**Descripción** : ARENA TRITURADA

**Cantidad** : 5,0 kg Aprox.

## CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.177 AASHTO T 291

Consumo de Solución $\text{AgNO}_3$	ml.	0.1717
Contenido de Cloruro	%	0.00606
Contenido de Cloruro	p.p.m.	60.6000

60.6000 ppm < 6000 ppm

**Observaciones**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín

**SALES SOLUBLES  
TOTALES**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**Tesista** : Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto** : Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación** :

**Fecha** :

## Referencias de la muestra

**Identificación** : Agregado Para asfalto

**Prof** :

**Presentación** 01 bolsa de polipropileno

**Descripción** : ARENA TRITURADA

**Cantidad** 5,0 kg Aprox.

## CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.152 BS1377

Peso de crisol	gr.	22.0157
Peso crisol + sales	gr.	22.0291
Peso sales	gr.	0.0134
Peso de muestra	gr.	50.0
Sales	%	0.0268
p.p.m.		268.000

268.000 ppm < 6000 ppm

**Observaciones**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín

**ENSAYOS QUÍMICOS EN  
GRAVA**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**Tesista** : Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto** : Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación** : Ciudad de Tarapoto

**Fecha** : 03/10/18

### Referencias de la muestra

**Identificación** : M-1

**Prof** :

**Presentación** : 01 bolsa de polipropileno

**Descripción** : PIEDRA CHANCADA TM 3/4"

**Cantidad** : 5.0 kg Aprox.

### CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.178 AASHTO T 290

Peso de crisol	gr.	22.0235
Peso crisol + sulfatos	gr.	22.0653
Peso sulfato	gr.	0.0418
Volumen muestra ensayada	ml.	100.00
Factor correccion Ba SO <sub>4</sub>		0.412
Sulfatos	%	0.0172
p.p.m.		172.2160

172.2160 ppm <1000 ppm

**Observaciones**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martin



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**Tesista** : Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto** : Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 04-09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación** : Ciudad de Tarapoto

**Fecha** : 04/10/18

## Referencias de la muestra

**Identificación** : M-1

**Prof** :

**Presentación** : 01 bolsa de polipropileno

**Descripción** : PIEDRA CHANCADA TM 3/4"

**Cantidad** : 5,0 kg Aprox.

## CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.177 AASHTO T 291

Consumo de Solución $\text{AgNO}_3$	ml.	0.1906
Contenido de Cloruro	%	0.0067
Contenido de Cloruro	p.p.m.	67.2706

67.2706 ppm < 6000 ppm

## Observaciones

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO  
CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**Tesista** : Lucia Esther Ubidia Pinedo

**Proyecto** : Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de tarapoto.

**Ubicación** : Ciudad de Tarapoto

**Fecha** : 05/10/18

### Referencias de la muestra

**Identificación** : Prof : **Presentación** 01 bolsa de polipropileno

**Descripción** : PIEDRA CHANCADA TM 3/4" **Cantidad** 5,0 kg Aprox.

### CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.152 BS1377

Peso de crisol	gr.	22.2231
Peso crisol + sales	gr.	22.2358
Peso sales	gr.	0.0127
Peso de muestra	gr.	50.0
Sales	%	0.0254
p.p.m.		254.000

254.000 ppm <6000 ppm

**Observaciones**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



<b>TESISTA :</b>	Lucia Esther Ubidia Pinedo	<b>Proyecto:</b> Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de tarapoto.
		<b>UBICACIÓN</b> Ciudad de Tarapoto
		<b>FECHA</b> 12/10/2018

<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>			
<b>AGREGADO</b>	Para asfalto	<b>LIGANTE BITUMINOSO</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Asfalto	<b>TIPO ASFALTO</b>	Sólido (PEN. 60/70)
<b>DESCRIPCIÓN</b>	: Arena triturada (38%), arena natural (20%)	<b>REFINERÍA</b>	-
		<b>ADITIVO</b>	0.7

### ADHESIVIDAD RIEDEL WEBER (MTC E-220)

DENOMINACIÓN		ARENA	RESULTADOS
AGUA DESTILADA		0	NULO
CONCENTRACIÓN DE CARBONATO SÓDICO	M/256	1	PARCIAL
	M/128	2	PARCIAL
	M/64	3	PARCIAL
	M/32	4	PARCIAL
	M/16	5	PARCIAL
	M/8	6	PARCIAL
	M/4	7	PARCIAL
	M/2	8	PARCIAL
M/1	9	TOTAL	
			<b>PARCIAL : 5</b>
			<b>TOTAL : 9</b>

**OBSERVACIONES :**

Muestras tomadas e identificadas por los interesados.

La muestra de arena ensayada cumple las Especificaciones Técnicas del MTC, ya que el desprendimiento mínimo es grado 4.

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín

**MEZCLA DE  
AGREGADOS PARA  
ASFALTO**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



## MEZCLA DE AGREGADOS PARA ASFALTO

SOLICITANTE : Tesista  
DOMICILIO LEGAL : Tarapoto  
PROYECTO :

MUESTRA : Agregados  
IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
PRESENTACIÓN : 70 kg, c/u aprox.

REFERENCIA :  
FECHA DE RECEPCIÓN : 28.08.2018

PRESENTACIÓN :  
FECHA DE ENSAYO : 09.09.2018

### MEZCLA DE AGREGADOS

[Ver Gráfico](#)

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE			
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN MAC-1
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			100
3/4"	19.050	-	100.0	80 - 100
1/2"	12.700	15.5	84.5	67 - 85
3/8"	9.525	19.9	64.6	60 - 77
1/4"	6.350	9.9	54.7	
Nº4	4.760	7.7	47.0	43 - 54
Nº6	3.360	7.4	39.6	
Nº8	2.380	6.6	33.0	
Nº10	2.000	3.6	29.4	29 - 45
Nº16	1.190	1.4	28.0	
Nº20	0.840	1.3	26.8	
Nº30	0.590	1.3	25.4	
Nº40	0.426	2.4	23.1	14 - 25
Nº50	0.297	4.9	18.2	
Nº80	0.177	7.4	10.8	8 - 17
Nº100	0.149	1.6	9.2	
Nº200	0.074	2.2	6.9	4 - 8
- Nº200		6.9	-	

### RESUMEN DE ENSAYO

#### PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS

0.00 = 32%  
 0.00 = 15%  
 0.00 = 45%  
 0.00 = 08%

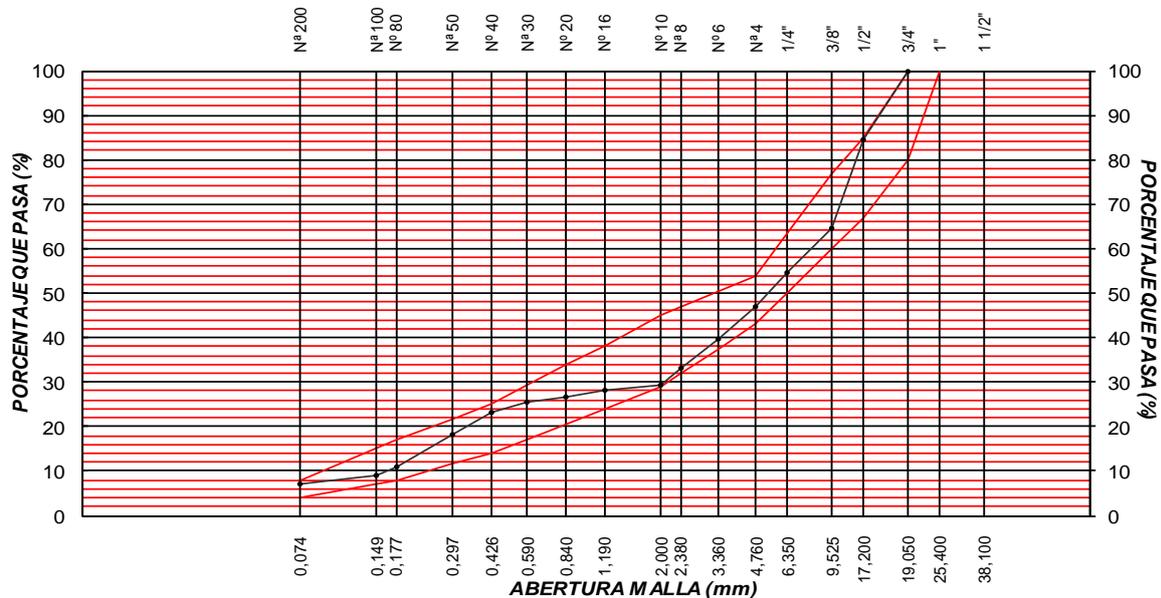
#### PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE

- A GREGADO GRUESO = 53%  
 - A GREGADO FINO = 47%

#### OBSERVACIONES :

- Especificaciones del MTC EG-2000
- Procedente de la cantera :

### CURVA GRANULOMÉTRICA



FUENTE: Universidad Nacional de San Martín

**ENSAYO MARSHALL  
PATRÓN**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO  
 CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES  
 MORALES -PERÚ



**TESIS** : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACION DE FISURAS DEL JR. JORGE CHAVEZ CUADRA 01 - 09 CIUDAD DE TARAPOTO.

**REALIZADO** : TESISISTA LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO

**MUESTRA**: AGREGADO PEN 60-70

**FECHA** : 05/09/2018

## ENSAYO MARSHALL (ASTM D-1559)

N° de Briqueta	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 %DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2 %DE AGREGADO GRUESO (>N°4) EN PESO DE LA MEZCLA	50.62			50.35		
3 %DE AGREGADO FINO (<N°4) EN PESO DE LA MEZCLA	44.88			44.65		
4 %DE FILLER (MÍNIMO 65%PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.0			1.0		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.653			2.653		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.628			2.628		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE						
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.6	6.6	6.6	6.5	6.6	6.6
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.)	1,208.7	1,207.2	1,208.1	1,214.9	1,217.1	1,215.2
11 PESO DE LA BRIQUETA + PARAFINA EN EL AIRE (gr.)	1,218.6	1,216.3	1,217.4	1,224.6	1,228.6	1,226.4
12 PESO DE LA BRIQUETA + PARAFINA EN EL AGUA (gr.)	670.1	668.7	669.5	683.4	678.7	675.0
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA + PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	548.5	547.6	547.9	541.2	549.9	545.3
14 PESO DE LA PARAFINA (gr.)	9.9	9.1	9.3	9.7	11.5	11.2
15 VOLUMEN DE LA PARAFINA (PESO DE PARAF./P.E. PARAF.) (cm <sup>3</sup> )	11.0	10.1	10.3	10.8	12.8	12.4
16 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm <sup>3</sup> )	537.5	537.5	537.6	530.4	537.1	532.9
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm <sup>3</sup> )	2.249	2.246	2.247	2.290	2.266	2.280
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.453			2.434		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8.3	8.4	8.4	5.9	6.9	6.3
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm <sup>3</sup> )	2.641			2.641		
21 V.M.A. (%)	18.7	18.8	18.7	17.6	18.5	18.0
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	55.5	55.1	55.1	66.4	62.7	64.8
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.633			2.633		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)						
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.6			5.1		
26 FLUJO (0.01Pulgada)	8.0	9.0	8.5	10.6	11.7	12.7
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg)	1,603.0	1,221.0	1,483.0	1,505.0	1,657.0	1,581.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	0.93	0.93	0.93	0.96	0.93	0.96
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1,491.0	1,136.0	1,379.0	1,445.0	1,541.0	1,518.0

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín

**ENSAYO MARSHALL  
CON 0.25 Y 0.50% POLVO  
DE CAUCHO**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES -PERÚ



**TESIS** : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACION DE FISURAS DEL JR. JORGE CHAVEZ CUADRA 01 - 09 CIUDAD DE TARAPOTO.

**REALIZADO** : TESISTA LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO

**MUESTRA**: AGREGADO PEN 60-70

**FECHA** : 05/09/2018

### ENSAYO MARSHALL (ASTM D-1559) CON POLVO DE CAUCHO ADICIONADO

%POLVO DE CAUCHO ADICIONADO		0.25			0.50		
1	%DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.7			5.7		
2	%DE AGREGADO GRUESO (>N°4) EN PESO DE LA MEZCLA	49.98			49.98		
3	%DE AGREGADO FINO (<N°4) EN PESO DE LA MEZCLA	44.32			44.32		
4	%DE FILLER (MÍNIMO 65%PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.0			1.0		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2.653			2.653		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.628			2.628		
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE						
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.)	1,206.4	1,206.7	1,206.9	1,206.5	1,206.9	1,207.8
11	PESO DE LA BRIQUETA + PARAFINA EN EL AIRE (gr.)	1,215.6	1,215.0	1,215.0	1,215.8	1,215.1	1,215.6
12	PESO DE LA BRIQUETA + PARAFINA EN EL AGUA (gr.)	669.1	668.1	669.2	670.1	668.7	669.5
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA + PARAFINA (cm³)	546.5	546.9	545.8	545.7	546.4	545.3
14	PESO DE LA PARAFINA (gr.)	9.2	8.3	8.1	9.3	8.2	7.8
15	VOLUMEN DE LA PARAFINA (PESO DE PARAF./P.E. PARAF.) (cm³)	10.2	9.3	9.0	10.3	9.1	8.7
16	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	536.3	537.6	536.8	535.4	537.3	536.6
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³)	2.250	2.244	2.248	2.254	2.246	2.251
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.451			2.453		
19	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8.2	8.5	8.3	8.1	8.4	8.2
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.641			2.641		
21	V.M.A. (%)	19.7	19.9	19.7	19.5	19.8	19.6
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	58.4	57.5	58.0	58.4	57.4	58.0
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.687			2.689		
24	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.7			0.7		
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.1			5.1		
26	FLUJO (0.01 Pulgada)	7.7	8.4	8.5	7.8	8.6	8.7
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (lbs)	2,184.0	2,295.0	2,361.0	2,290.0	2,344.0	2,377.0
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	0.93	0.93	0.93	0.96	0.93	0.93
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (lbs)	2,031.0	2,134.0	2,196.0	2,198.0	2,180.0	2,211.0

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**TESIS** : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACION DE FISURAS DEL JR. JORGE CHAVEZ CUADRA 01 - 09 CIUDAD DE TARAPOTO.

**REALIZADO** : TESISISTA LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO

**MUESTRA**: AGREGADO PEN 60-70

**FECHA** : 05/09/2018

### ENSAYO MARSHALL (ASTM D-1559) CON POLVO DE CAUCHO ADICIONADO

%POLVO DE CAUCHO ADICIONADO		0.75			1.0		
1	%DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.7			5.7		
2	%DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	49.98			49.98		
3	%DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	44.32			44.32		
4	%DE FILLER (MÍNIMO 65%PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.0			1.0		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.653			2.653		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.628			2.628		
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE						
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.6	6.6	6.6	6.5	6.6	6.6
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.)	1,212.5	1,214.7	1,213.8	1,214.9	1,217.1	1,215.2
11	PESO DE LA BRIQUETA + PARAFINA EN EL AIRE (gr.)	1,218.9	1,222.6	1,225.8	1,224.6	1,228.6	1,226.4
12	PESO DE LA BRIQUETA + PARAFINA EN EL AGUA (gr.)	677.9	677.0	673.7	683.4	678.7	675.0
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA + PARAFINA (cm³)	541.0	545.6	552.2	541.2	549.9	545.3
14	PESO DE LA PARAFINA (gr.)	6.4	7.9	12.0	9.7	11.5	11.2
15	VOLUMEN DE LA PARAFINA (PESO DE PARAF./P.E. PARAF.) (cm³)	7.1	8.8	13.3	10.8	12.8	12.4
16	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	533.9	536.8	538.8	530.4	537.1	532.9
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³)	2.271	2.263	2.253	2.290	2.266	2.280
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.431			2.434		
19	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6.6	6.9	7.3	5.9	6.9	6.3
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.641			2.641		
21	V.M.A. (%)	18.9	19.2	19.6	18.2	19.1	18.6
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	65.2	64.0	62.7	67.5	63.9	66.0
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.661			2.665		
24	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.3			0.3		
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.4			5.4		
26	FLUJO (0.01Pulgada)	9.0	10.0	11.2	10.0	12.0	13.0
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (lbs)	2,094.0	2,290.0	2,355.0	2,115.0	2,257.0	2,159.0
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	0.96	0.93	0.93	0.96	0.93	0.96
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (lbs)	2,010.0	2,130.0	2,190.0	2,030.0	2,099.0	2,073.0

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín

**0.25**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



PROYECTO

"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACIÓN DE FISURAS DEL JR. JORGE CHÁVEZ C<sup>DRA</sup> 01-09 CIUDAD DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN."

UBICACIÓN

PROV

San Martín

SOLICITANTE

Tesista Lucia Esther Ubidia Pinedo

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES

(ASTM C-39)

Nº de Muestra	Area (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	83.32	3,320.00	39.80	Temperatura de digestión 150°C (0.25% polvo de caucho)
2	83.32	4,050.00	48.60	Temperatura de digestión 160°C (0.25% polvo de caucho)
3	83.32	4,820.00	57.80	Temperatura de digestión 170°C (0.25% polvo de caucho)

Observaciones

FUENTE: Universidad Nacional de San Martín

**0.50**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**PROYECTO** "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACIÓN DE FISURAS DEL JR. JORGE CHÁVEZ C<sup>DRA</sup>. 01-09 CIUDAD DE TARA POTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN."

**UBICACIÓN** PROV San Martín

**SOLICITANTE** Tesista Lucia Esther Ubidia Pinedo

### PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

Nº de Muestra	Area (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	83.32	3,401.00	40.80	Temperatura de digestión 150°C (0.5% polvo de caucho)
2	83.32	4,204.00	50.50	Temperatura de digestión 160°C (0.5% polvo de caucho)
3	83.32	4,975.00	59.70	Temperatura de digestión 170°C (0.5% polvo de caucho)

**Observaciones**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín

**0.75**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERÚ



**PROYECTO** "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACIÓN DE FISURAS DEL JR. JORGE CHÁVEZ C<sup>DRA</sup>. 01-09 CIUDAD DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN."

**UBICACIÓN** PROV San Martín

**SOLICITANTE** Tesista Lucia Esther Ubidia Pinedo

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

Nº de Muestra	Area (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	83.32	3,290.00	39.50	Temperatura de digestión 150°C (0.75% polvo de caucho)
2	83.32	4,020.00	48.20	Temperatura de digestión 160°C (0.75% polvo de caucho)
3	83.32	4,840.00	58.10	Temperatura de digestión 170°C (0.75% polvo de caucho)

**Observaciones**

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín

**1.00**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

CIUDAD UNVERSIARIA - MORALES

MORALES -PERÚ



<b>PROYECTO</b>	"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACIÓN DE FISURAS DEL JR. JORGE CHÁVEZ C <sup>DRA</sup> . 01-09 CIUDAD DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN."
-----------------	---

<b>UBICACIÓN</b>	<b>PROV</b> San Martín
------------------	------------------------

<b>SOLICITANTE</b>	Tesista Lucia Esther Ubidia Pinedo
--------------------	------------------------------------

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES

(ASTM C-39)

Nº de Muestra	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Descripción
1	83.32	3,105.00	37.30	Temperatura de digestión 150°C (1.0% polvo de caucho)
2	83.32	3,770.00	45.20	Temperatura de digestión 160°C (1.0% polvo de caucho)
3	83.32	4,740.00	56.90	Temperatura de digestión 170°C (1.0% polvo de caucho)

<b>Observaciones</b>	
----------------------	--

**FUENTE:** Universidad Nacional de San Martín

## V. RESULTADOS

Teóricamente se ha podido establecer una combinación de materiales que produce una mezcla que cumple con las especificaciones de diseño exigidas por las Normas técnicas internacionales, los resultados obtenidos se presentan en él. Cuadro 6.

### Cuadro 6.

*Resultados de la mezcla asfáltica de diseño patrón.*

PARÁMETROS MARSHALL (MTC EG-2013)	ESPECIFICACION	RESULTADO
Porcentaje de asfalto de diseño(en peso total de la		5.7 +/- 0.3
Peso unitario, (g/cm <sup>3</sup> )		2.313
Estabilidad (kg)	= ó >815	1896
Fluencia (mm)	2 a 4	3.4
Porcentaje vacíos de aire (%)	3 a 5	4.0
VMA (%)	=>14	16.4
VFA (%)		75.4
Estabilidad retenida	=>75	98.0
Índice de compactibilidad	=>5	6.0
Índice de rigidez	1700 a 4000	3064
Riedel weber (adición de 0.7 de aditivo mejorador de	=>5	5

**FUENTE: EG-2013**

#### **Interpretación:**

El diseño de mezcla asfáltica presentado es definitivo y único para los agregados así mezclados lográndose la granulometría requerida para una buena gradación.

En este trabajo de tesis se aplica cuatro porcentajes de adición de caucho, al 0.25%, 0.50%, 0.75% y al 1.00% del peso del agregado, para la granulometría del tipo fina del caucho, el porcentaje de asfalto es de 5.7% (porcentaje de asfalto de la mezcla patrón) respecto del peso del agregado (1200 gr.) más la adición de caucho.

## RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

**Tabla 6.**

*Resultados de esfuerzo de rotura para muestras con 0.25% de adición de caucho.*

Mezcla con caucho	Esfuerzo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )		
	Probetas en seco		
	Temperatura de digestión		
Granulometría Fina	150°C	160°C	170°C
	39.80	48.60	57.80

**Tabla 7.**

*Resultados de esfuerzo de rotura para muestras con 0.50% de adición de caucho.*

Mezcla con caucho	Esfuerzo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )		
	Probetas en seco		
	Temperatura de digestión		
Granulometría Fina	150°C	160°C	170°C
	40.80	50.50	59.70

**Tabla 8.**

*Resultados de esfuerzo de rotura para muestras con 0.75% de adición de caucho.*

Mezcla con caucho	Esfuerzo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )		
	Probetas en seco		
	Temperatura de digestión		
Granulometría Fina	150°C	160°C	170°C
	39.50	48.20	58.10

**Tabla9.**

*Resultados de esfuerzo de rotura para muestras con 1.00% de adición de caucho.*

Mezcla con caucho	Esfuerzo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )		
	Probetas en seco		
	Temperatura de digestión		
Granulometría Fina	150°C	160°C	170°C
	37.30	45.20	56.90

Se verifica que la resistencia a compresión axial es directamente proporcional al aumento de la temperatura de digestión, (Tablas N°6, N°7, N°8 y N°9), lo que nos indica que al aumentar la temperatura en el proceso de digestión o curado, se acelera el proceso de reacción caucho-ligante, se comprueba además que éstos valores son mayores a menor contenido de polvo de caucho.

Al analizar los resultados obtenidos se observa que para porcentajes de adición de caucho de 0.5% se obtienen valores de resistencia axial más altos que para las probetas con 0.25, 0.75 y 1.00% de adición de caucho, lo que permite apreciar que la temperatura a la cual se hace la digestión del caucho, es relevante.

### **RESISTENCIA A COMPRESIÓN MARSHALL Y ESTABILIDAD**

Se prepararon briquetas con mezcla patrón y mezclas con 0.25, 0.50%, 0.75 y 1.00% de adición de caucho para la granulometría fina en estudio. El proceso de fabricación de las briquetas con adición de caucho se realizan con un tiempo y temperatura de digestión o curado del caucho de 2 horas y 170 °C respectivamente.

El ensayo se realiza en una prensa Marshall, a una velocidad de deformación de 50,8 mm/min, para ello se usan briquetas asfálticas estándar, las cuales son acondicionadas en baño termostático (baño maría) a 25 °C durante 6 horas antes de ser ensayadas.

Para realizar el este análisis, se prepararon las mezclas con polvo de caucho, con un contenido de cemento asfáltico de 5.7%, (óptimo de diseño), cuatro porcentajes de adición de caucho (0.25, 0.50%, 0.75% y 1.00%), siempre con granulometría fina y comparadas con la mezcla patrón.

Se hace hincapié en la sola utilización de granulometría fina por haberse verificado por experiencias previas en distintos autores que mientras más pequeños sean los granos de caucho mejor es el proceso de digestión o curado, ya que los granos más pequeños tienen mayor superficie específica, lo que produce una mayor interacción con el asfalto diluido, dando como resultado una mayor homogenización del proceso de digestión o curado del caucho.

Para la determinación de la Estabilidad el ensayo se realiza de acuerdo a la Norma ASTM D-1559, los valores de Estabilidad obtenidos en las mezclas con y sin incorporación de caucho se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10.**

*Resultados de Estabilidad Marshall*

<b>Mezcla</b>	<b>Caucho (%)</b>	<b>Estabilidad (lbs)</b>
Patrón	0.00	1896.00
Granulometría Fina	0.25	2120.00
Granulometría Fina	0.50	2196.00
Granulometría Fina	0.75	2110.00
Granulometría Fina	1.00	2067.00

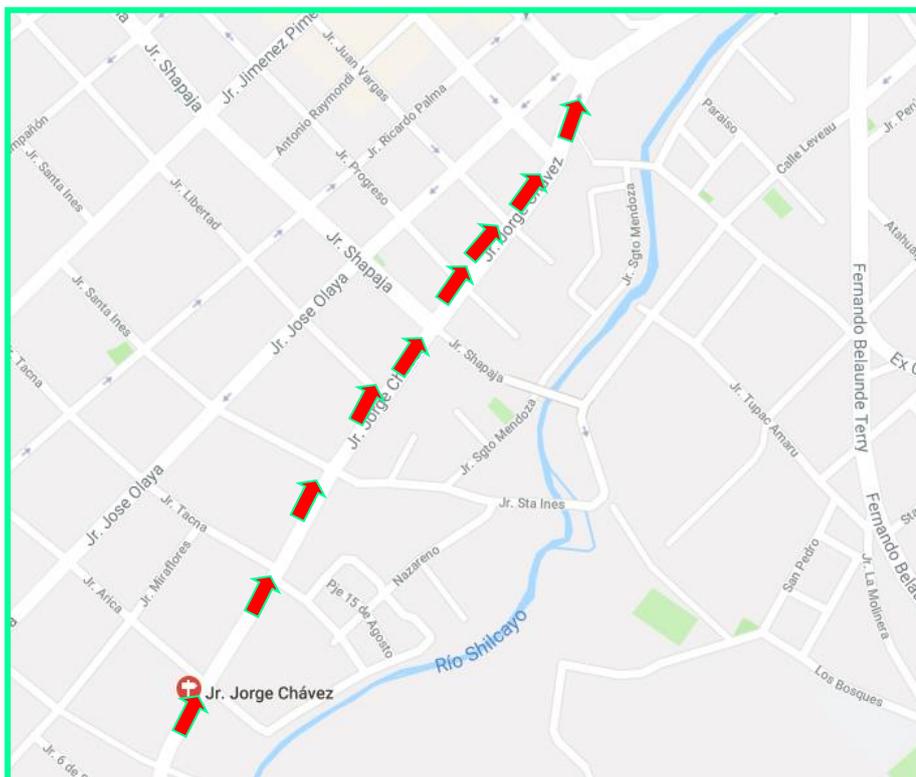
La gradación de los granos de caucho influye considerablemente en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica, pudiéndose verificar que su aplicación mejora las propiedades mecánicas de la misma, comprobándose que para un mismo óptimo contenido de asfalto en la mezcla de 5.70%, la Estabilidad MARSHALL es mayor con la adición del 0.5% respecto a las muestras con las demás adiciones de polvo de caucho.

En teoría, valores altos de Estabilidad MARSHALL mejoran el comportamiento a la fatiga y al ahuellamientos, por tanto puede concluirse entonces que es factible utilizar el caucho en mezclas asfálticas, ya que mejora las propiedades y el comportamiento del pavimento ante el ahuellamientos, y la fatiga provocados por efecto del tránsito vehicular continuo.

**IMAGEN 01: Vista Satelital del Jr. Jorge Chávez cdra. 01 – 09 Ciudad de Tarapoto, Provincia y Región San Martín.**



**FOTO 02: Imagen del Jr. Jorge Chávez cdra. 01 – 09 Ciudad de Tarapoto, Provincia y Región San Martín.**



**FOTO 03:** En esta imagen se puede observar el mal estado del pavimento flexible de la cuadra 04 del Jr. Jorge Chávez Ciudad de Tarapoto.



**FOTO 04:** En esta imagen se puede observar el mal estado del pavimento flexible de la cuadra 05 del Jr. Jorge Chávez Ciudad de Tarapoto.



**FOTO 05:** En esta imagen se puede observar el mal estado del pavimento flexible de la cuadra 06 del Jr. Jorge Chávez Ciudad de Tarapoto.

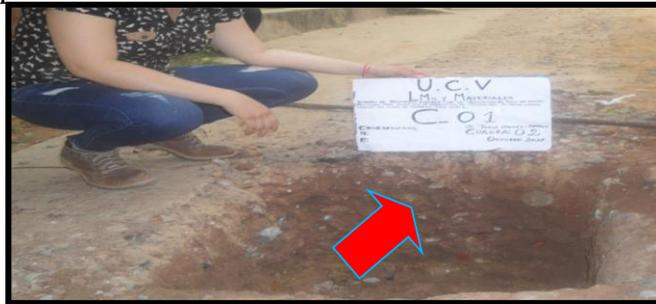


**FOTO 06:** En esta imagen se puede observar el pavimento flexible de la cuadra 08 del Jr. Jorge Chávez Ciudad de Tarapoto.



## CALICATAS

**FOTO 07:** En esta imagen se puede observar la calicata N°01 del Jr. Jorge Chávez Cuadra 02 Ciudad de Tarapoto.



**FOTO 08:** En esta imagen se puede observar la calicata N°02 del Jr. Jorge Chávez Cuadra 03 Ciudad de Tarapoto.



**FOTO 09:** En esta imagen se puede observar la calicata N°03 del Jr. Jorge Chávez Cuadra 04 Ciudad de Tarapoto.



**FOTO 10:** En esta imagen se puede observar la calicata N°04 del Jr. Jorge Chávez Cuadra 05 Ciudad de Tarapoto.



**FOTO 11:** En esta imagen se puede observar la calicata N°05 del Jr. Jorge Chávez Cuadr|a 06 Ciudad de Tarapoto.



**FOTO 12:** En esta imagen se puede observar la calicata N°06 del Jr. Jorge Chávez Cuadr|a 07 Ciudad de Tarapoto.



**FOTO 13:** En esta imagen se puede observar la calicata N°07 del Jr. Jorge Chávez Cuadr|a 08 Ciudad de Tarapoto.



## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

### LABORATORIO UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**FOTO 14:** En esta imagen se puede observar el material inalterado que se utilizara para obtener el porcentaje de humedad del mismo.



**FOTO 15:** En esta imagen se puede observar el pesado de la tara más suelo húmedo.



**FOTO 16:** En esta imagen se puede observar la muestra seca ya pesada que se utilizara en en la determinación del contenido de humedad.



**FOTO 17:** En esta imagen se puede observar el juego de tamices que se utilizara para realizar el ensayo de Granulometría.



**FOTO 18:** En esta imagen se puede observar la muestra saturada que se utilizara posterior ensayo.



**FOTO 19:** En esta imagen se puede observar el lavado de la muestra sobre el tamiz N.200



**FOTO 20:** Se observa el proceso de tamizado manual.



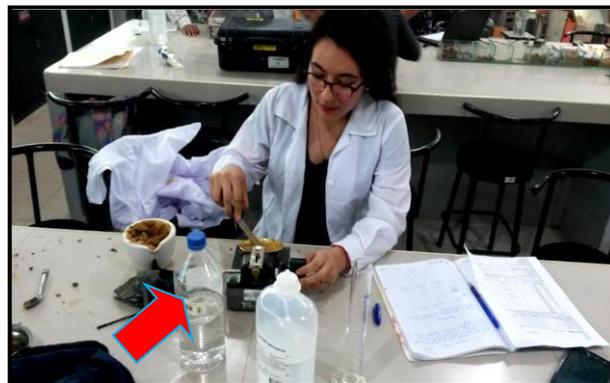
**FOTO 21:** En esta imagen se puede observar el pesado de la muestra retenida en los diferentes tamices y el posterior pesado.



**FOTO 22:** En esta imagen se puede observar los materiales que se utilizaran para determinar el Limite Liquido.



**FOTO 22:** Se puede observar la realización del ensayo Limite Liquido.



**FOTO 23:** Se puede observar la realización del ensayo de Limite Plástico.



**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS. PREPARACION DE BRIQUETAS PARA DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA.**

**ADICION CONTROLADA AL PESO DEL PEN 60-70 DILUIDO.  
LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

**FOTO 24:**



**FOTO 25:**



**FOTO 26:**



**MEZCLA CONTROLADA AL PESO DEL PEN 60-70 DILUIDO CON  
MEZCLA DE AGREGADOS  
CON LOS DISTINTOS PORCENTAJES DE ASFALTO**

**FOTO 27:**



**FOTO 28:**



**FOTO 29:**



**PREPARACION Y COMPACTACION DE BRIQUETAS ASFALTICAS**  
**CON LOS DISTINTOS PORCENTAJES DE ASFALTO**

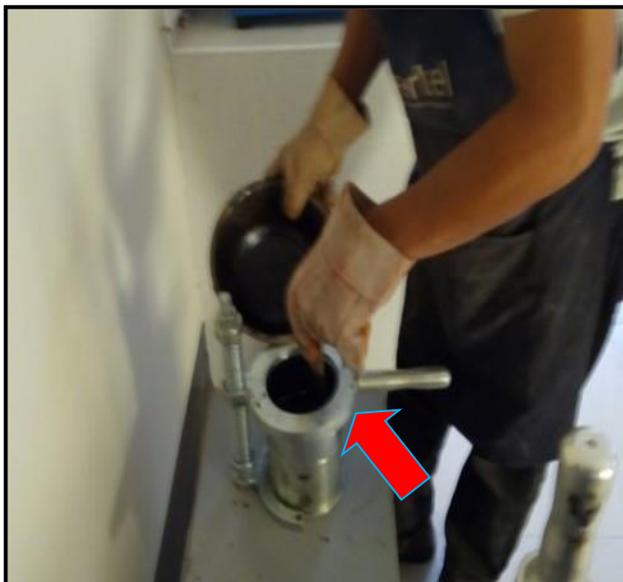
**FOTO 30:**



**FOTO 31:**



**FOTO 32:**



**EXTRACCION Y PESAJE DE BRIQUETAS ASFALTICAS CON LOS  
DISTINTOS PORCENTAJES DE ASFALTO**

**FOTO 33:**



**FOTO 34:**

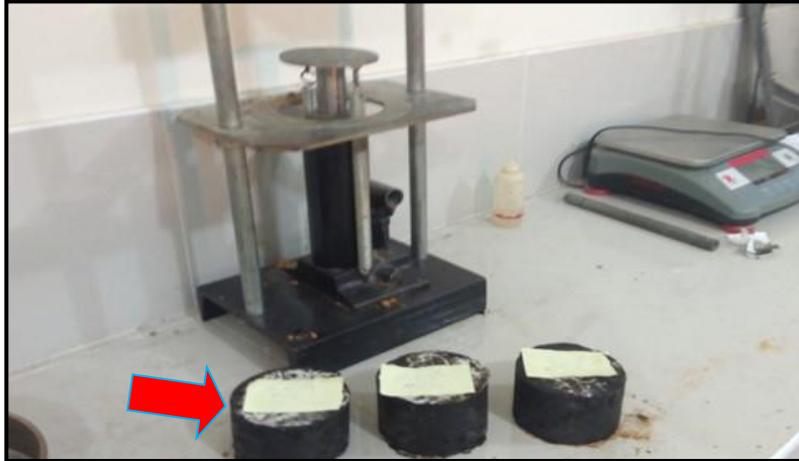


**FOTO 35:**

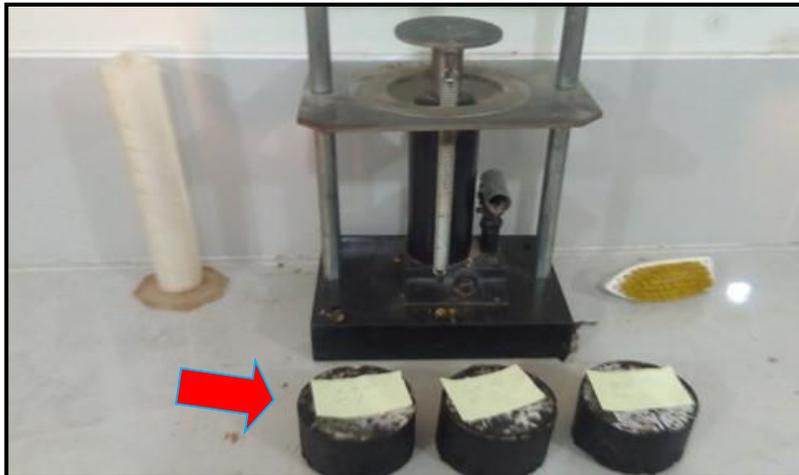


**BRIQUETAS ASFALTICAS CON LOS DISTINTOS PORCENTAJES DE ASFALTO**

**FOTO 36:**



**FOTO 37:**



**FOTO 38:**



**PESAJE PREVIO DEL POLVO DE CAUCHO ANTES DE AÑADIR A LAS MEZCLAS ASFALTICAS CON LOS DISTINTOS PORCENTAJES DE ASFALTO**

**FOTO 39: POLVO DE CAUCHO**



**FOTO 40:**

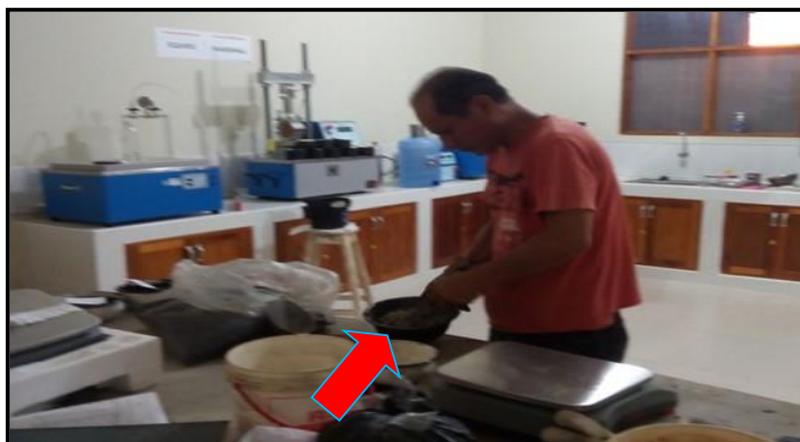


**FOTO 41:**



**PREPARACION DE BRIQUETAS DE MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO.**

**FOTO 42:**



**FOTO 43:**



**FOTO 44:**



**PROCESO DE DIGESTION DE BRIQUETAS DE MEZCLA ASFALTICA  
CON POLVO DE CAUCHO.**

**FOTO 45:**



**FOTO 46:**



**FOTO 47:**



**BRIQUETAS DE MEZCLA ASFALTICA CON POLVO DE CAUCHO.**

**FOTO 48:**



# **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Título:** “Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 ciudad de Tarapoto, San Martín.”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis		Técnica e Instrumentos							
<p><b>Problema general</b> ¿Cómo influye en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente, teniendo como componente el polvo de caucho reciclado?</p> <p><b>Problema Específicos</b></p> <p>¿Diseñar una mezcla asfáltica modificada teniendo como componente el polvo de caucho reciclado de llantas?</p> <p>¿Cuáles son las diferencias de una mezcla asfáltica convencional con el asfalto modificado con el uso de polvo de caucho reciclado?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar el Pavimento Flexible con utilización de Polvo de Caucho Reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto, San Martín.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar estudio del aditivo para saber el porcentaje a colocar en el Diseño de Pavimento Asfáltico.</li> <li>Realizar los Estudios de Mecánica de Suelos para conocer las propiedades mecánicas y físicas de los suelos.</li> <li>Determinar el costo por m<sup>2</sup> del pavimento con utilización del aditivo.</li> <li>Obtener el diseño de mezcla asfáltica teniendo como componente el caucho reciclado de llantas.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b> Mediante el Diseño de Pavimento Flexible con utilización de Polvo de Caucho Reciclado se minimizará la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-El polvo de caucho reciclado, tiene un mejor comportamiento en la mezcla asfáltica, haciendo mejor su comportamiento mecánico.</li> <li>-Mejora el comportamiento a la fatiga.</li> <li>-Reduce la contaminación ambiental.</li> <li>-Mejora la flexibilidad y la elasticidad a cambios de temperaturas.</li> </ul>		<p><b>Técnica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación y Análisis físico del aditivo polvo de caucho reciclado.</li> <li>Evaluación y Análisis mecánico del aditivo polvo de caucho reciclado.</li> <li>Evaluación y Análisis químico del aditivo polvo de caucho reciclado.</li> <li>Evaluación y Análisis biológico del aditivo polvo de caucho reciclado.</li> <li>Propiedades Físicas y Mecánicas</li> <li>Diseño de Mezcla Asfáltica</li> <li>Análisis del grado de fisuramiento del pavimento flexible elaborado con polvo de caucho reciclado.</li> <li>Trabajo de gabinete</li> </ul>							
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones		Instrumentos							
<p>El Diseño de investigación es experimental, ya que se realizan ensayos de laboratorio para la obtención de los respectivos resultados.</p> <p>V1 ←-----r-----→ V2</p> <p>V<sub>1</sub>= Variable independiente</p>	<p><b>Población</b></p> <p>La población lo conformó el aditivo que tiene como nombre Polvo de Caucho Reciclado que se obtiene de la trituración de llantas desechadas.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Se obtuvo las muestras de las zonas más críticas identificadas en el Jr. Los Andes del Distrito de</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1205 1115 1375 1142">Variables</th> <th data-bbox="1375 1115 1731 1142">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1205 1142 1375 1385" rowspan="4">Pavimento Flexible</td> <td data-bbox="1375 1142 1731 1169">Evaluación y Análisis Físico</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1375 1169 1731 1265">Evaluación y Análisis Mecánico</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1375 1265 1731 1329">Evaluación y Análisis Químico</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1375 1329 1731 1385">Evaluación y Análisis Biológico</td> </tr> </tbody> </table>		Variables	Dimensiones	Pavimento Flexible	Evaluación y Análisis Físico	Evaluación y Análisis Mecánico	Evaluación y Análisis Químico	Evaluación y Análisis Biológico	<p><b>Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayos de Laboratorio</li> <li>Material y equipo de oficina</li> </ul>
Variables	Dimensiones										
Pavimento Flexible	Evaluación y Análisis Físico										
	Evaluación y Análisis Mecánico										
	Evaluación y Análisis Químico										
	Evaluación y Análisis Biológico										

<p>V<sub>2</sub>=Variable dependiente</p> <p>r= Coeficiente de relación</p>	<p>Morales.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1193 228 1379 347" rowspan="3"> <p>Polvo de caucho reciclado</p> </td> <td data-bbox="1379 228 1740 288"> <p>Ensayos Especiales</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1379 288 1740 323"> <p>Diseño de Mezcla Asfáltica</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1379 323 1740 347"> <p>Fisuras</p> </td> </tr> </table>	<p>Polvo de caucho reciclado</p>	<p>Ensayos Especiales</p>	<p>Diseño de Mezcla Asfáltica</p>	<p>Fisuras</p>	
<p>Polvo de caucho reciclado</p>	<p>Ensayos Especiales</p>						
	<p>Diseño de Mezcla Asfáltica</p>						
	<p>Fisuras</p>						

# **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

- 
- Contenido de Humedad Natural (ASTM D2216)
  - Peso Específico ASTM E 223
  - Absorción ASTM E 223
  - Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422)
  - Norma Técnica Peruana
  
  - MTC
  - Dosificación (ASTM D 5167)
  - Norma Técnica Peruana
  - EG-2013
  - MTC
  - Norma UNE EN 932-2 con el fin de obtener el número requerido de proporciones de ensayo.
  - Índice de durabilidad AASHTO T 210
  - EG-2013
  - MTC
  - ASTM D 422
  - Norma Técnica Peruana
  - EG-2013
  - Granulometría
  - ASTM D 422 Y ASTM D 1140
  - Límites de Atterberg ASTM D 4318
  - Próctor Estándar ASTM D 698
  - CBR ASTM D 1883
  - ENSAYOS ESPECIALES
  - Partículas Chatas y Alargadas ASTM D 4791
  - Partículas Fracturadas MTC E 210
  - Sales Solubles MTC E 219
  - Durabilidad MTC E 209
  - Índice de Durabilidad MTC E 214
  - Diseño de Mezcla Método Marshall–ASTM D 1559
  
  
  - Ensayo determinar fisuras y agrietamiento ASTM D 6723
  - Norma Técnica Peruana
  - EG-2013
-



**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**III. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: PINEDO DELGADO ANDRES  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Especialidad : INGENIERO CIVIL - METODÓLOGO  
 Instrumento de evaluación : \_\_\_\_\_  
 Autor (s) del instrumento (s): UBIDIA PINEDO LUCÍA ESTHER

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>47</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

Tarapoto, 14 de Julio de 2018

  
 Mg. ANDRES PINEDO DELGADO  
 Reg. CIP N° 129022  
 Sello personal y firma

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**
**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: DEL AGUILA PANDURO ARTEMIO  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Especialidad : INGENIERO CIVIL  
 Instrumento de evaluación : \_\_\_\_\_  
 Autor (s) del instrumento (s): UBIDIA PINEDO LUCIA ESTHER

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 47

Tarapoto, \_\_\_14\_\_\_ de \_\_\_Julio\_\_\_ de 2018

Sello personal y firma  
  
 Artemio Del Aguila Panduro  
 INGENIERO CIVIL  
 C/P 69678

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**
**II. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: SEGUNDO SOTA JUAN FREDI  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Especialidad : INGENIERO CIVIL  
 Instrumento de evaluación : \_\_\_\_\_  
 Autor (s) del instrumento (s): VEDIA PINEDO LUCIA ESTHER

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						46

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 46

Tarapoto, \_\_14\_\_ de \_\_\_\_ Julio \_\_\_\_ de 2018

Sello personal y firma



.....  
**JUAN FREDI SEGUNDO SOTA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 67777**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto  
CIUDAD UNIVERSITARIA  
Jr. Amoraes 3<sup>ra</sup> Cuadra Teléfono 042-52-1402  
MORALES - PERU



**CONSTANCIA DE EJECUCION DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**EL QUE SUSCRIBE**

*Ing. Carlos Enrique Chung Rojas, Jefe del laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.*

**HACE CONSTAR:**

*Que el Tesista **LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO**, ha realizado los siguientes ensayos de laboratorio:*

*Ensayos De caracterización Física, química y Mecánica para Sub Base*

*Ensayos De caracterización Física, química y Mecánica para Base*

*Ensayos físicos, químicos y mecánicos de agregados artificiales (chancados)*

*Ensayos Marshall con proporciones 0.25, 0.50, 0.75 y 1.00% con polvo de caucho*

*Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulado: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACIÓN DE FISURAS DEL JR. JORGE CHÁVEZ CDRA. 01-09 CIUDAD DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN." Atendido /con Carta N° 001/LEUP.2018-UCV, con recibo de pago Número 001213743 del 03/07 2018.*

*Se expide el presente a solicitud del interesado.*

*Tarapoto 30 de Noviembre del 2,018*



*Ing. Carlos Enrique Chung Rojas*  
JEFE DEL LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS, PAV. Y CONC.  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA



## MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN MARTÍN

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional "

Tarapoto, 10 de Octubre del 2018.

CARTA N° 432 - 2018-GIPU-MPSM.

Señorita:

LUCIA ESTHER UBIDIA PINEDO  
ESTUDIANTE DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UCV.  
Jr. José Olaya N° 342

CIUDAD.-

ASUNTO : AUTORIZA REALIZAR PROYECTO DE TESIS  
REF : SOLICITUD CON REG. N° 12667.

De mi consideración:

Grato es dirigirme a usted, expresándole mi saludo cordial a nombre de la Municipalidad Provincial de San Martín, y a la vez AUTORIZAR la realización del Proyecto de Tesis denominado **"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACION DE FISURAS DEL JR. JORGE CHAVEZ C-1 A LA C-9, CIUDAD DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN MARTIN"**.

Con la recomendación de no perjudicar el tránsito vehicular ni peatonal y el estado de las viviendas área de intervención, al realizar excavaciones para los ensayos y el estudio de mecánica de suelos, por lo que deberá dejar las condiciones necesarias y con las señales de seguridad respectivas.

Por lo que agradeceré informar al término del mismo.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
Gerencia de Infraestructura y Planeamiento Urbano

  
ING. JUAN PÉREZ VARGAS  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 157900  
GERENTE

c.c.  
Archivo



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, Mg. Tania Arévalo Lazo, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada "**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE CAUCHO RECICLADO PARA MINIMIZAR LA GENERACIÓN DE FISURAS DEL Jr. JORGE CHAVEZ cdra. 01-09 CIUDAD DE TARAPOTO SAN MARTIN**", de la estudiante Lucia Esther Ubidia Pinedo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) 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.

09 de marzo del 2019

Mg. Tania Arevalo Lazo  
DNI: 44086934

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



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Título:**

“Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL,**

**AUTOR(A):**

Lucía Esther, Ubidia pinedo

Match Overview

19%

- 1 Submitted to Universid... Student Paper 1%
- 2 repositorio.ute.edu.ec Internet Source 1%
- 3 fralideshare.net Internet Source 1%
- 4 alicia.concytec.gob.pe Internet Source 1%
- 5 www.proyectofenix.es Internet Source 1%
- 6 repositorio.lamolina.ed... Internet Source 1%
- 7 www.revistas.ucr.ac.cr Internet Source 1%
- 8 vdocuments.mx Internet Source 1%
- 9 repositorio.utp.edu.co Internet Source 1%
- 10 repositorio.ucatolica.ed... Internet Source 1%



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo Lucia Esther Ubidia Pinedo, identificado con DNI N° 70167126, 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

"Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín", 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: 70167126

FECHA: 12 de Abril del 2019

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



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara  
**Directora de Investigación**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Lucia Esther Ubidia Pinedo

INFORME TITULADO:

**“Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín.”**

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 19 de diciembre 2018

NOTA O MENCIÓN: 19

  
Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara  
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN  
UCV - TARAPOTO