



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autoras:

Bach. Alexa Pamela Castro Alvarez  
Bach. Tomasa Jamilet Cruzado Carranza

Asesor:

Ing. German Sagastegui Vásquez

Trujillo - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a nuestros padres por haber sido un apoyo importante en la realización de esta meta.

**Los Autores**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS:**

Por darme la sabiduría, la fuerza para afrontar las dificultades que se presentaron y lograr una de mis metas más importantes.

### **A MIS PADRES:**

Alex Castro Ruiz y Diani Alvarez Vera, por su amor, su apoyo en cada una de mis metas y ser el motivo a seguir alcanzando mis objetivos.

### **A MI COMPAÑERA DE TESIS:**

Jamilet Cruzado Carranza, por su compromiso y dedicación para culminar este proyecto de investigación.

### **A MI ASESOR:**

El Ing. German Sagastegui Vásquez, por su apoyo y asesoramiento que permitió el desarrollo de esta tesis.

**Alexa Pamela Castro Alvarez**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS:**

Por darme salud y fuerza para salir adelante alcanzando todas mis metas e ir mejorando profesionalmente.

### **A MIS PADRES:**

Tomas Cruzado Manosalva y Mariela Carranza Arbaiza, por ser los más grandes motivos para perseguir mis sueños, por su apoyo durante mi carrera universitaria y ayudarme a lograr una meta más en mi vida.

### **A MI COMPAÑERA DE TESIS:**

Alexa Castro Alvarez, por su compromiso y dedicación para lograr este proyecto de investigación.

### **A MI ASESOR**

Ing. German Sagastegui Vasquez, por el tiempo dedicado para la realización de esta tesis, las enseñanzas y conocimientos brindados hacia nuestra persona.

**Tomasa Jamilet Cruzado Carranza**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	9
RESUMEN .....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.3. OBJETIVOS .....	17
1.4. HIPÓTESIS .....	18
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. ANTECEDENTES .....	20
2.2. BASES TEÓRICAS .....	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	51
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	51
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA (MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS).....	52
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	55
3.4. PROCEDIMIENTO.....	55
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	78
4.1. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....	78
4.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE ÍNDICE DE CBR .....	80
4.3. RESULTADOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO.....	82
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	83
5.1. DISCUSION.....	83
5.2. CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	91
REFERENCIAS .....	92
ANEXOS .....	96
ANEXO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA).....	97
ANEXO 2. ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN .....	103
ANEXO 3. ENSAYOS DE SALES SOLUBLES .....	144
ANEXO 4. ENSAYOS DE DENSIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA .....	153
ANEXO 5. ENSAYOS DE INDICE DE CBR.....	186
ANEXO 6. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	283
ANEXO 7. PANEL FOTOGRÁFICO.....	286

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de hipótesis general de la investigación.....	18
Tabla 2. Descripción de hipótesis específica de la investigación.....	19
Tabla 3. Clasificación de materiales de carreteras subrasante (*) .....	28
Tabla 4. Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75) .....	31
Tabla 5. Tipos de materiales plásticos .....	38
Tabla 6. Categoría de Subrasante .....	42
Tabla 7. Número de calicatas para exploración del suelo.....	53
Tabla 8. Número de ensayos CBR.....	53
Tabla 9. Número y ubicación de calicatas.....	54
Tabla 10. Resumen del Estudio de Tráfico.....	63
Tabla 11. Datos para el cálculo del IMDA.....	64
Tabla 12. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE).....	64
Tabla 13. Cálculo de ejes equivalentes (EE).....	65
Tabla 14. Valores empleados para determinar (EE día-carril) .....	65
Tabla 15. Factor de ajuste por presión de neumático (Fp) para ejes equivalentes (EE).	67
Tabla 16. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	68
Tabla 17. Datos de CBR y módulo de resiliencia de suelos para diseño de pavimento.	68
Tabla 18. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn en el carril de diseño.....	69
Tabla 19. Índice de servicio inicial (Pi) según rango de tráfico.....	70
Tabla 20. Índice de servicio final (Pt) según rango de tráfico.....	71
Tabla 21. Valores recomendados de nivel de confiabilidad para dos etapas de diseño de 10 años cada una según rango de tráfico.....	72
Tabla 22. Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años). Según el nivel de confiabilidad seleccionado y rango de tráfico.....	73
Tabla 23. Calidad del drenaje.....	74
Tabla 24. Valores recomendados del coeficiente de drenaje $m_i$ para bases y subbase granulares no tratadas en pavimentos flexibles.....	74

Tabla 25. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento ai.....	75
Tabla 26. Datos de granulometría y clasificación.....	78
Tabla 27. Datos de caracterización de suelos.....	78
Tabla 28. Datos de análisis físicos de suelos con PET.....	79
Tabla 29. Datos de los ensayos de índice de CBR de la investigación.....	80
Tabla 30. Resultados del porcentaje de variación en el índice de CBR de suelos con polímero.....	81
Tabla 31. Estructuración del pavimento .....	82
Tabla 32. Diseño del pavimento.....	82
Tabla 33. Datos para análisis de Anava en el ensayo de Índice de CBR de suelos con PET.....	100
Tabla 34. Análisis de varianza de los resultados experimentales del índice de CBR...	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rango de límite líquido y del índice de plasticidad para suelos en los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7.....	30
Figura 2. Gráfica de plasticidad.....	32
Figura 3. Límites de Atterberg .....	40
Figura 4. Sección típica de un pavimento.....	46
Figura 5. Perfil típico de una estructura de pavimento flexible.....	48
Figura 6. Perfil típico de una estructura de pavimento semirrígida.....	49
Figura 7. Clasificación de la Investigación.....	52
Figura 8. Dimensiones de Calicata.....	54
Figura 9. Diagrama del Procedimiento Experimental.....	56
Figura 10. Cálculo de W18 en software según ecuación AASHTO 93.....	77
Figura 11. Resultados del ensayo de densidad máxima.....	79
Figura 12. Resultados de índice de CBR de suelos con polímero.....	80
Figura 13. Porcentaje de variación del índice de CBR de suelos con polímero.....	81
Figura 14. Análisis de resultados Granulométricos .....	83
Figura 15. Análisis de resultados de la Densidad Máxima.....	84
Figura 16. Análisis de resultados de CBR sin adición de fibras PET.....	85
Figura 17. Análisis de resultados de CBR con la adición de fibras PET.....	86
Figura 18. Espesores de la estructura del pavimento.....	88



## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Pesos Retenidos por Tamiz (%RP ).....	58
Ecuación 2: %Retenidos Acumulados (%RA) .....	58
Ecuación 3: %Acumulados que Pasan .....	58
Ecuación 4: Coeficientes de uniformidad y Curvatura .....	59
Ecuación 5: % Contenido de Humedad. ....	60
Ecuación 6: Calculo de CBR.....	62
Ecuación 7: Calculo de ejes equivalentes por tipo de vehículo.....	65
Ecuación 8: Calculo de numero de repeticiones de ejes equivalentes .....	66
Ecuación 9: Factor de crecimiento acumulado.....	66
Ecuación 10: cálculo del módulo de resiliencia .....	68
Ecuación 11: número acumulado de ejes equivalentes .....	76

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la influencia que tiene el uso de las fibras de PET, sobre la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante para el diseño del pavimento flexible del Alto Trujillo – barrio I en la ciudad de Trujillo.

Se realizaron 8 exploraciones a tajo abierto (calicatas) a 500 m de distancia una de la otra con una profundidad de 2m en la que se encontró 1 estrato único en cada calicata realizada. Se realizaron ensayos de caracterización con fines de clasificación de suelos según SUCS y AASHTO.

Se realizaron ensayos de compactación a cada muestra, debido a que el suelo es SP (arena mal graduada), se realizó la prueba de densidad máxima y mínima para determinar la densidad de máxima compactación. El mismo método se utilizó cuando las muestras fueron mezcladas con PET en distintas cantidades (2.5%, 5% y 7.5%).

Luego de obtener los valores de las densidades de máxima compactación se procedió a realizar las pruebas de CBR de las 8 calicatas con las cantidades de PET anteriormente mencionadas.

Llegando a la conclusión así que el mejor valor de índice de CBR, se obtuvo cuando el suelo fue mezclado con 2.5% de PET obteniendo un valor promedio de 22.4%, logrando así un incremento de 59.1% del CBR con respecto al valor obtenido del suelo patrón.

**Palabras clave:** Sub-rasante, índice de CBR, fibras de PET.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the influence that the use of PET fibers has on the bearing capacity (CBR) of the subgrade for the design of the flexible pavement of Alto Trujillo - neighborhood I in the city of Trujillo.

8 open pit explorations (pits) were carried out at a distance of 500 m from each other with a depth of 2m in which 1 unique stratum was found in each pits made. Characterization tests were carried out for soil classification purposes according to SUCS and AASHTO.

Compaction tests were carried out on each sample, because the soil is SP (poorly graded sand), the maximum and minimum density test was carried out to determine the maximum compaction density. The same method was used when the samples were mixed with PET in different amounts (2.5%, 5% and 7.5%).

After obtaining the values of the densities of maximum compaction, the CBR tests of the 8 pits were carried out with the aforementioned amounts of PET.

Thus reaching the conclusion that the best CBR index value was obtained when the soil was mixed with 2.5% PET, obtaining an average value of 22.4%, thus achieving an increase of 59.1% of the CBR with respect to the value obtained from the soil pattern.

**Keywords:** Sub-grade, CBR index, PET fibers.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La geotecnia vial tiene la particularidad de la Ingeniería Geotécnica, ya que tiene como función encargarse de las dificultades que se puedan presentar en la infraestructura vial, vinculados con los suelos y rocas, a manera de que estos sirvan de apoyo para las obras viales y pavimentaciones. Asimismo, es necesario o fundamental tener en cuenta las características del suelo y el ambiente en el que se encuentra y ver su participación en cada una de las fases de diseño, construcción y mantenimiento de las obras (Unidad de Evolución de la Red Vial Nacional, 2011).

De acuerdo con lo citado, se podría decir que debido a las dificultades presentadas en los suelos relacionado a la capacidad de soporte de las grandes infraestructuras viales estas se ven afectadas por la baja resistencia y la falta de nuevas tecnologías para mejorar el suelo, es por ello, que esta investigación busca enfocarse en la utilización de fibras de plástico reciclado vinculados con la construcción de pavimentos flexibles, empleando este material como un agregado estabilizante.

**En Nicaragua,** al momento de diseñar una estructura de pavimento, se debe considerar las propiedades físico-mecánicas de los suelos, por ende, se requiere saber las propiedades necesarias para el análisis de las muestras a tomar a lo largo de la calzada; más adelante se ejecutarán ensayos en el laboratorio donde se realizaron los ensayos de; granulometría, determinación de los límites de Atterberg, valor de soporte CBR, densidad (Proctor), humedad y finalmente con los resultados alcanzados se crea un perfil estratigráfico en el que se determine la profundidad y las diversas clases de suelos (Ruiz & Rodríguez, 2016).

**En Colombia,** los materiales granulares de alta calidad para la conformación de estructuras de pavimentos flexibles son de difícil obtención. En algunas ocasiones el Ingeniero de carreteras debe trabajar con materiales granulares que no cumplen los requisitos mínimos de calidad de la especificación vial pertinente. En este caso el Ingeniero debe intentar mejorar las propiedades del material ya sea por medios mecánicos o químicos. En la presente investigación se utilizó desecho de PVC como material de adición, para modificar el comportamiento de una subbase granular. A partir de ensayos de Proctor y CBR, se comparó el comportamiento del material

natural, y mezclado con diferentes proporciones del desecho de PVC. Los resultados de la investigación muestran que el CBR de una mezcla de material granular, tipo subbase, y material de desecho, presenta un incremento notable. Además, la mezcla modificada logra cambiar el peso unitario del material, obteniéndose una mezcla con mayor resistencia y menor peso. (Rodríguez, Rondón, Vélez y Aguirre, 2006).

**En Argentina**, se hizo un análisis de estabilización de suelos con silicatos para uso vial; la adición del silicato mejoró sustancialmente el parámetro CBR 2,5mm con hinchamiento. La mezcla 10:1:2 presentó mejoras del 617% y 803% a 4 y 11 días respectivamente. La mezcla 22:1:5 presentó una mejora del 402% a los 4 días, no experimentando una variación de dicho parámetro a los 11 días; y se logró concluir que La gran cantidad de ensayos y datos recopilados durante el transcurso de la tesis implicó la realización de un análisis exhaustivo de ellos, sintetizando en tablas, gráficos, esquemas, etc. Lograr un suelo para uso vial con capacidad portante aceptable para un incremento de la vida útil de la superficie de rodamiento: A partir de la realización de variados ensayos sobre las mezclas suelo silicato-agua se adoptaron dos que presentaron los mejores indicadores para los fines estudiados. Los mismos fueron ensayados y presentaron mejoras en un caso de hasta un 1000% (German, 2015).

**Por otro lado, en el Perú**, actualmente para la realización de obras, rehabilitaciones y mejoramientos de carreteras, las instituciones o entidades viales y universidades, desarrollan estudios sobre los materiales a utilizarse, con la finalidad de perfeccionar aún más los procedimientos constructivos vigentes que se usan. Es por ello, que es importante llevar a cabo los estudios de la Mecánica de Suelos de la zona, donde se planifica construir, rehabilitar o mejorar una carretera u otra estructura. Por lo tanto, el estudio del suelo no debe delimitarse al sitio de estudio, donde se construirá la vía carrozable o vías urbanas, sino que debe efectuarse una investigación de toda el área colindante (García, 2015).

**En La Libertad – Trujillo**, se determinó que, para el reconocimiento de suelos y rocas, en un inicio se deberá efectuar un estudio del terreno y como resultado de ello, un plan de exploración de campo a lo largo de la vía y en las canteras donde se obtendrá el material para la obra, de este modo se reconocerá los distintos tipos de suelos que puedan existir, (Ramírez & Zavaleta, 2017).

**En Trujillo**, la adición de fibras de PET reciclado, hasta un porcentaje de 0.6% influye positivamente en el incremento progresivo de los valores de resistencia, cohesión y ángulo de fricción interna de suelos arcillosos; lo cual, como aplicación teórica, puede aumentar en hasta 24.64% la estabilidad de terraplenes viales. Se logró caracterizar geotécnicamente el suelo en estado natural, resultando ser una arcilla de alta plasticidad (CH). El material es de naturaleza cohesiva, con 90.83% de finos, de los cuales un 40.17% corresponden a limos y 50.66% son arcillas, por lo que en su curva de compactación se obtiene un alto valor de máxima densidad seca (1.641 g/cm<sup>3</sup>), es decir, que las partículas de suelo, con la óptima cantidad de agua, logran una distribución eficiente durante la compactación, generando una buena adherencia interna y baja permeabilidad (Gil, Núñez, 2018).

Asimismo, en el barrio I en el Alto Trujillo fue elegido como zona de estudio debido a que todas sus calles y avenidas se encuentran sin asfaltar. Es por ello que con la presente investigación se busca aportar con el estudio de mecánica de suelos, ya que son de vital importancia para determinar las características del suelo de la zona que se va a trabajar; y de este modo también se pretende hacer uso de la adición de fibras de polímeros reciclados como aditivo estabilizante la cual ayudarán a la estabilización del suelo, para obtener una mejora en la resistencia y capacidad del suelo ya que esto servirá para un diseño de pavimento.

**Saravia & Vegarano, (2019)**. Encontró que, el porcentaje óptimo de adición de PVC al material granular es de 4 %, debido a que se obtuvo un material más ligero, con una máxima densidad seca de 2.18 g/cm<sup>2</sup>, con una mayor capacidad de soporte de 123.5 % y con un coeficiente de desgaste a la abrasión de 21.85 %. Luego, se hizo un análisis del tráfico vial de la carretera en estudio obteniéndose un IMDA de 577 vehículos por día, de los cuales 109 correspondían a vehículos pesados y mediante fórmula se calculó que su ESAL era de 3.24 x 10<sup>6</sup>, clasificando a la vía como tipo TP7 y mediante la metodología AASHTO 93 para el diseño de pavimento flexible para una sola etapa de diseño de 20 años, se obtuvo espesores para el primer sector homogéneo de 0.09 y 0.20 m de carpeta asfáltica y base, respectivamente y para el segundo sector homogéneo de 0.09 y 0.25 m de carpeta asfáltica y base, respectivamente.

**Vargas, (2017)**. Encontró que, la adición de polímeros reciclados es una alternativa a los diferentes métodos ya existentes a la estabilización de capas granulares en

pavimentos. Esta permite incrementar en un gran porcentaje el valor de soporte de California de los suelos. Sin embargo, la investigación nos ha indicado que para obtener los mejores resultados se debe de tener en cuenta la forma de la fibra y la dosificación, pues estos dos factores mal dimensionados o determinados podrían darnos resultados adversos a los esperados.

**Palomino, (2016).** Encontró que, se comprobó la hipótesis planteada puesto que la adición del cloruro de sodio en porcentajes de 4%, 8% y 12% incrementa el valor del CBR hasta en un 10% en comparación a la muestra patrón. Puesto que el índice CBR para 0.1” varía un 9.48% de la muestra patrón, mientras que para 0.2” el índice CBR varía 9.69 % de la muestra patrón.

De acuerdo con cada una de las tesis citadas anteriormente concluyen que las adiciones de fibras ya sea de PVC, Polímeros reciclados y cloruro de sodio entre otros, son adiciones que ayudan a la mejora de la capacidad portante del suelo para el diseño de un pavimento flexible y así llevar a cabo una construcción duradera en el tiempo y en beneficio de la población.

**SERINGTEC S.R.L** (Servicios de Ingeniería Técnica) con RUC 20480420153, realizo trabajos con el fin de evaluar el terreno de fundación de las áreas a pavimentar, como material de subrasante, ya que esta es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento, mediante El ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.), que no es más que un ensayo de resistencia al corte del suelo, bajo condiciones de humedad y densidad debidamente controlados a fin de que los proyectistas tengan datos actuales del material con el que van a tratar y así tomar sus propias conclusiones y criterios para la elaboración del diseño de un pavimento adecuado; para la calidad del terreno existente en el área de estudio.

Durante estos últimos años, la población del centro poblado Alto Trujillo, ha ido en crecimiento, donde la mayoría de su población son inmigrantes de diferentes provincias de la sierra liberteña, los cuales han ido formando diferentes centros poblados a las faldas del Cerro Cabras. Asimismo, los terrenos se encuentran en zonas arenosas que presentan una baja capacidad de soporte; es por ello, que nuestro tema de investigación se basará en el mejoramiento de suelos para la construcción de pavimentos.

Uno de los principales problemas presentes se encuentra en los estudios geotécnicos, ya que es fundamental determinar la capacidad y utilidad de los distintos suelos para uso de soportes de vías y carreteras, para ello se debe conocer su origen, clasificación y estimar el grado de resistencia de estos y con ello aprovechar sus ventajas y/o mejorar la resistencia.

Los suelos arenosos en su mayoría presentan propiedades inadecuadas para la resistencia de una sub-rasante con fines de pavimentación, ya que estos son susceptibles a sufrir deformaciones, por otra parte, la estabilización busca el mejoramiento de los suelos y para esto se encuentran diferentes tipos de estabilización, pero particularmente para el desarrollo de esta tesis se desea implementar una estabilización diferente a las ya acostumbradas y estipuladas en norma, que sería la adición de fibras PET a un suelo arenoso para la estabilización de una sub-rasante, así que se debería considerar esta nueva tecnología y lograr su aplicación dentro del rubro de la construcción de pavimentos, obteniéndose así, pavimentos más resistentes, menos deformables y más durables.

Por consiguiente, con esta investigación se busca realizar una mejora en el estudio de suelos y a su vez determinar la influencia de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño del pavimento flexible, localizado en el Barrio 1, Centro Poblado - Alto Trujillo.

La adición en diferentes porcentajes de las fibras PET, pretende incrementar el índice de CBR de la sub-rasante, el cual tiene como finalidad de comparar las mezclas del suelo – fibra, de las diferentes proporciones y analizar el porcentaje más óptimo en mejorar la subrasante y de acuerdo a los resultados que se obtendrán, con el valor más favorable del estudio se realizara el diseño estructural del pavimento flexible.

Al no realizar la presente investigación sobre la influencia de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, no se estaría aportando con una nueva tecnología para las estabilizaciones de suelos, ya que el uso de fibras de polímeros puede ser una alternativa útil para el desarrollo de la ingeniería civil en el área de geotecnia y transportes.



## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera influye la adición de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo - Barrio I, 2021?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la adición de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo – Barrio I, 2021.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

**O.E.1** Obtener las fibras PET recicladas de 20 mm de longitud y 0.5 mm de diámetro de la empresa EL PIONERO INVERSIONES E.I.R.L.

**O.E.2** Extraer el suelo arenoso del Barrio I – Centro Poblado, Alto Trujillo.

**O.E.3** Realizar ensayos de las características físicas, químicas y mecánicas presentes en la sub-rasante del Barrio I - Centro Poblado Alto Trujillo.

**O.E.4** Evaluar el aumento de la capacidad de soporte (CBR) de la sub-rasante estabilizado con diferentes porcentajes de fibras PET.

**O.E.5** Diseñar el pavimento flexible con el porcentaje óptimo de fibra-suelo de los ensayos realizados de CBR.

## 1.4.Hipótesis

### 1.4.1. Hipótesis general

La adición de fibras de polímeros reciclados influye significativamente en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible en Alto Trujillo– Barrio I, 2021.

**Tabla 1**

*Descripción de hipótesis general de la investigación.*

HIPÓTESIS GENERAL	COMPONENTES METODOLÓGICOS		COMPONENTES REFERENCIALES		
	Variables	Unidad de análisis	Conector es lógicos	El espacio	El tiempo
La adición de fibras de polímeros reciclados influye significativamente en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo – Barrio I, 2021.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Adición de fibras de Polímeros reciclados.</li> <li>Capacidad de Soporte.</li> </ol>	Suelos	<b>Influye</b>	Alto Trujillo Barrio I	2021

*Fuente:* Elaboración Propia

### 1.4.2. Hipótesis específica

La adición de fibras de polímeros reciclados en ciertos porcentajes mejora la capacidad de soporte de la sub-rasante. Influye positivamente en la estabilización del suelo.

**Tabla 2**

*Descripción de hipótesis específica de la investigación*

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01	COMPONENTES METODOLÓGICOS		COMPONENTES REFERENCIALES		
	VARIABLES	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La adición de fibras de polímeros reciclados en ciertos porcentajes mejora la capacidad de soporte de la sub-rasante.	1. Fibras de Polímeros reciclados.	Suelos	<b>Influye</b>	Alto Trujillo	2021
Influye positivamente en la estabilización del suelo.	2. Capacidad de Soporte.			Barrio I	

*Fuente:* Elaboración Propia

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales.

*“Efecto de la adición de fibra de polímeros en el valor de CBR de suelos granulares en pavimentos”* (Vargas, 2017), el objetivo de esta investigación es darle un valor agregado al polímero reciclado obtenido de las botellas descartables PET (tereftalato de polietileno) para el uso como aditivo para el mejoramiento del valor de California Bearing Ratio (CBR) de suelos granulares usados en pavimentos (p.3). Con la adición de los polímeros reciclados (PR) de 20 mm, se incrementó porcentualmente la capacidad portante en términos de CBR hasta un 12%, lograda para una dosificación de 1.00%, a partir del 1.25% se obtuvo un efecto contrario de disminución del CBR hasta de un -43%. La adición de polímeros reciclados es una alternativa a los diferentes métodos ya existentes a la estabilización de capas granulares en pavimentos (p.72). Esta permite incrementar en un gran porcentaje el valor de soporte de California de los suelos. Sin embargo, la investigación nos ha indicado que para obtener los mejores resultados se debe de tener en cuenta la forma de la fibra y la dosificación, pues estos dos factores mal dimensionados o determinado podrían darnos resultados adversos a los esperados (p.75). Esta investigación nos ha indicado que el tamaño más adecuado y que nos da mayores ventajas son: grosor de 1 a 2 mm y largo de 30 a 40 mm, más grosor y más largos generan problemas de trabajabilidad al realizar los moldes, la fibra no se acomoda bien en el material granular. Ello produce luego efectos negativos que disminuyen el valor de CBR. (p.131).

*“Análisis de la Capacidad de Soporte (CBR) de la Sub Base para Pavimentos Flexibles Estabilizada con Termoplástico Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)”* (Alarcon, Zamalloa, 2016), esta investigación intenta desarrollar y demostrar la influencia que tiene la adición del termoplástico Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) como estabilizador al material granular de subbase con un CBR = 51.04 % para pavimentos flexibles; de esta forma se incorporaron distintos porcentajes de termoplástico ABS: 1.5%; 2.5%; 3.5% y

4.5% del peso seco del material.(p.4) Luego de realizar los ensayos pertinentes se pudo determinar la densidad seca de cada una de las muestras, con este valor se determina el grado de compactación de la sub base en el campo, por este motivo es muy importante conocer los valores y las relaciones que dicho parámetro posee con el % de ABS añadido. Conforme a los resultados alcanzados de los ensayos de laboratorio; la adición del termoplástico ABS optimiza considerablemente la capacidad de soporte (CBR) de la sub base para pavimentos flexibles. La adición del termoplástico ABS en porcentajes 2.5%, 3.5% y 4.5% optimiza considerablemente la capacidad de soporte (% CBR) de 51.04 a 55.04, 59.54 y 64.90 respectivamente, así mismo la densidad disminuye de 2.20 g/cm<sup>3</sup> a 2.17 g/cm<sup>3</sup> con 1.5 % de ABS, 2.13 g/cm<sup>3</sup> con 2.5% de ABS, 2.08 g/cm<sup>3</sup> con 3.5% de ABS y 2.06 g/cm<sup>3</sup> con 4.5 % de ABS (p.59).

Esta investigación utiliza plásticos reciclados procesados o triturados de ABS (juegos de lego, autopartes de automóviles, carcasas de computadoras, etc.); pues aparte de disminuir costos podemos contribuir al cuidado del medio ambiente. Esto debido a que se realizó un análisis de costos del material granular adicionado con el 4.5% de termoplástico ABS, y el costo por m<sup>3</sup> fue de S/ 630.57 nuevos soles. Con esto concluimos que el precio de utilizar el termoplástico ABS es muy caro debido a que este tipo de plástico es importado y en la ciudad no se cuentan con maquinarias especializadas en fabricar ni triturar ABS (p.152).

***“Evaluación Comparativa Mediante la Capacidad de Soporte y Densidad Máxima de un Suelo Adicionado con Polímero Adhesivo Natural en Porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un Suelo Natural para Sub Rasante de Pavimento rígido de la urb. san judas chico – cusco”*** (Romero, Sañac, 2016), cuyo objetivo fue evaluar comparativamente mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido (p.5). De acuerdo con la tesis efectuada encontramos que el polímero adhesivo natural actúa como un aglomerante natural en su estado líquido por lo tanto el suelo de estrato arenoso es el que mejora su capacidad de soporte ya que este no posee cohesión entre sus

partículas. Los parámetros utilizados en la presente tesis con respecto a los porcentajes de polímero adhesivo natural fueron utilizados de acuerdo al porcentaje en peso del estrato de suelo usado para los ensayos tanto de proctor como CBR en la mayoría de las muestras que se usaron el peso fue igual al de 6 kg de muestra (p.75). Se demuestra parcialmente la hipótesis general que indica: “que la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% son superiores frente a un suelo natural para subrasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco.”, debido a que la densidad máxima seca de suelo adicionado con polímero adhesivo natural es menor que la del suelo natural (p.86). Además, que el CBR del suelo arcilloso adicionado con el 3% de polímero adhesivo natural es menor que el CBR de suelo natural. Esta investigación requiere que se deba realizar, evaluar y profundizar en la investigación, con el fin de obtener los estudios complementarios y resultados óptimos para la reutilización de este material inerte con más confiabilidad, tales como resistencia a la fatiga, resistencia al intemperismo, resistencia al desgaste, entre otros (p.123).

### 2.1.2. Antecedentes Internacionales

*“Influencia de la Inclusión de Polímero Reciclado (caucho) en las Propiedades Mecánicas de una Sub Base”* (Laica, 2016), el presente trabajo experimental tuvo como objetivo, mejorar las propiedades mecánicas de una subbase (clase 3) mediante la inclusión de polímero reciclado (caucho) (p.4). Para la ejecución de la presente investigación se empezaron recolectando los materiales necesarios, como la Sub base y el polímero reciclado, en primer lugar, se analizaron las propiedades Físico-Mecánicas de la Sub base para determinar si el material cumple con los parámetros establecidos por las normas AASHTO Y ASTM, el material se obtuvo de la Constructora Alvarado Ortiz, ubicada en Arq. Le Corbusier y Sócrates, también fue necesario la recolección de polímero reciclado caucho de Proneumacosa, ubicada en la Panamericana Norte Km 12 Sector “La Avelina” (p.23). Se realizó los ensayos de Compactación, Proctor Modificado y Relación de Soporte California CBR

con la adición de caucho en diferentes porcentajes y finalmente se compararon los resultados obtenidos tanto de la muestra en condición natural como de la muestra con adición de caucho en diferentes porcentajes y se estableció que a medida que vamos aumentando caucho a nuestra Sub base nuestra resistencia va disminuyendo considerablemente. Al analizar los resultados obtenidos de la muestra de una Subbase sin adición de caucho y compararlos con las muestras con adición de caucho en 77 diferentes porcentajes, se puede ver claramente la disminución de la resistencia del material. Se comprobó que mientras se añada más porcentaje de caucho a el material en estudio el CBR va disminuyendo considerablemente (p.76). Es esencial determinar las características de los materiales con los que se va a realizar la estabilización, ya que estas características varían dependiendo de su origen (p.78).

*“Suelos reforzados con fibras: estado del arte y aplicaciones”* (Vettorelo & Clairá, 2014), en el artículo científico titulado realizado en Argentina, tuvo como objetivo revisar y analizar la bibliografía existente sobre el refuerzo de suelos mediante la adición de fibras, vislumbrar el mecanismo de interacción entre las fibras y el suelo, y cómo éste modifica los parámetros de resistencia al corte y rigidez del suelo reforzado (p.27). Su metodología empezó realizándose la revisión bibliográfica sobre el refuerzo de suelos mediante la adición de fibras. Se analizaron los tipos y contenidos usuales de fibras empleados tanto en suelos granulares como cohesivos. Asimismo, se describieron algunos modelos predictivos desarrollados en la literatura. Se discutieron los diferentes enfoques existentes en la bibliografía para abordar el tema. Se obtuvo como resultado que los diferentes estudios concuerdan en que la resistencia al corte se incrementa al introducir fibras a la matriz de suelo. Sin embargo, no existe acuerdo respecto al efecto que la adición de fibras produce en la rigidez del suelo reforzado. Se concluyó que la incorporación de fibras aumenta la resistencia al corte principalmente a grandes deformaciones y le brinda mayor ductilidad tanto a suelos granulares como cohesivos (p.29). El aporte para la presente investigación es la base teórica, en ésta se da a conocer que la adición de diferentes tipos de fibras sintéticas al suelo aumenta la resistencia al corte a grandes niveles de deformación. Por lo cual se avala su

uso en el mejoramiento de suelos tanto cohesivos como granulares, así mismo, en la construcción de estructuras térreas y como estabilizador de taludes, al hacer un estudio de casos aplicativos de éxito (p.33).

*“Estabilización de loess con silicato para uso vial”* (German, 2015), tuvo como objetivo lograr un suelo para uso vial con una capacidad portante aceptable para un incremento de la vida útil de la superficie de rodamiento: Los suelos de la subrasante a estudiar, son sedimentos finos del tipo loéssicos de la ciudad de Córdoba – A4 – según American Association of State Highway and Transportation Officials (p.14). La caracterización geotécnicamente vial de los sedimentos a estabilizar implicó la planificación de dos etapas de ensayos. En la primera etapa se ejecutaron los ensayos de: contenido de humedad, lavado tamiz 200, ensayos granulométricos, límites de Atterberg, doble hidrómetro, superficie específica, Proctor estándar, California Bearing Ratio (CBR) con medición de hinchamiento, determinación química del contenido de carbonato de calcio y pH (p.16). En la segunda etapa, se realizó el estudio de la fase líquida óptima y el estudio de dosificación del loess con silicato de sodio líquido para un uso vial. Esto último implicó comparar para cada dosificación los resultados del ensayo CBR con hinchamiento y compresión simple obtenidas desde probetas remoldeadas según los parámetros obtenidos de humedad óptima como densidad seca máxima de cada ensayo Proctor estándar (p.146). Esta investigación hace la realización de variados ensayos sobre las mezclas suelo silicato-agua se adoptaron dos que presentaron los mejores indicadores para los fines estudiados. Los mismos fueron ensayados y presentaron mejoras en un caso de hasta un 1000% (p.150).



## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Definición de suelo

El suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) con líquido y gas en los espacios vacíos entre las partículas sólidas. El suelo se utiliza como material de construcción en diversos proyectos de ingeniería civil y con cimientos estructurales. Por lo tanto, los ingenieros civiles deben estudiar las propiedades del suelo, tales como el origen, la distribución de tamaño de grano, la capacidad de drenar el agua, compresión, resistencia al corte y la capacidad de soporte de carga. (Braja, 2015, p.1)

### 2.2.2. Tipos de suelos

Los suelos provienen de las rocas después de haber sufrido un cambio en el proceso de erosión y en el transporte mayor o menor del suelo. (Musas, 2007, p. 30, 31)

Los suelos se pueden clasificar en:

- **Suelos arenosos:**

Este tipo de suelos arenosos tienen las características de tener granos finos, medios y gruesos.

- ✓ Arena fina: 0.075 a 0.5mm
- ✓ Arena media: 0.5 a 2 mm
- ✓ Arena gruesa: 2 a 5mm

- **Suelos limosos:**

Los suelos limosos en su consistencia son de baja plasticidad y de grano fino, así como también pedregosas, estériles ya que filtran el agua con mayor fluidez.

- ✓ Limos: 0.002 a 0.075mm

- **Suelos arcillosos:**

Las arcillas incrementan su tamaño con la presencia de aguas y se contraen con la ausencia de aguas.

- ✓ <0.002 a 2  $\mu$  (micrones)

### 2.2.3. Clasificación de suelos

Los suelos con propiedades similares pueden ser clasificados en grupos y subgrupos en función de las características mecánicas y su comportamiento para la ingeniería. En la actualidad, dos elaborados sistemas de clasificación que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos son comúnmente utilizados para aplicaciones ingenieriles. Se trata del American Association of State Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). (Braja, 2015, p.78)

#### 2.2.3.1. Sistema de clasificación AASHTO

El sistema de clasificación AASHTO utilizado actualmente se muestra en la tabla N° 1, de acuerdo con este sistema el suelo se clasifica en siete grupos principales: A-1 a A-7. Los suelos que clasifican en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares, donde el 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz núm. 200. Los suelos donde más de 35% pasa a través del tamiz núm. 200 se clasifican en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, principalmente limo y materiales del tipo de arcilla. (Braja, 2015, p.78)

#### ➤ Clasificación de materiales de carretera subrasante.

##### 1. Tamaño de grano

Grava: fracción que pasa el tamiz de 75 mm y es retenida en el tamiz núm.10 (2 mm).

Arena: fracción que pasa el tamiz núm. 10 (2 mm) y es retenida en el tamiz núm. 200 (0.075 mm).

Limo y arcilla: fracción que pasa el tamiz núm. 200

##### 2. Plasticidad:

El término *limoso* se aplica cuando las fracciones finas del suelo tienen un índice de plasticidad de 10 o menos. El término *arcilloso* se aplica cuando las fracciones finas tienen un índice de plasticidad de 11 o más.

3. Si se encuentran *cantos* y *guijarros* (tamaño mayor a 75 mm), se excluyen de la porción de la muestra de suelo en el que se hizo la

clasificación. Sin embargo, se registra el porcentaje de este tipo de material.

➤ **Rango del límite líquido y el índice de plasticidad**

En el siguiente gráfico se muestra la división de los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7 del límite líquido y del índice de plasticidad.

➤ **Índice de grupo (IG)**

Es un número que se incorpora a los grupos y subgrupos del suelo que se utiliza para la evaluación y calidad del suelo, como material de subrasante. El índice de grupo está dado por la siguiente ecuación (#):  
$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10) (*)$$

Donde:

F= porcentaje pasado por el tamiz núm. 200

LL= límite líquido

PI= índice de plasticidad

1. Si la ecuación da un valor negativo para *IG*, se toma como 0.
2. El índice de grupo calculado a partir de la ecuación (#) se redondea al número entero más próximo (por ejemplo, *IG* =3.4 se redondea a 3; *IG* =3.5 se redondea a 4.
3. No hay límite superior para el índice de grupo.
4. El índice de grupo de los suelos que pertenecen a los grupos A-1-a, A1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3 siempre es 0.
5. Al calcular el índice de grupo para suelos que pertenecen a los grupos A-2-6 y A-2-7, utilice el índice de grupo parcial para *PI*, o  
$$IG = 0.01(F - 15)(PI - 10)$$

**Tabla 3**

*Clasificación de materiales de carreteras subrasantes (\*)*

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm.10	50 máx.						
Núm.40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm.200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Limite liquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Indice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						

Fuente: *Fundamentos de Ingeniería Geotecnia p.79*

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm.200)			
				A-7
				A-7-5*
Grupo de clasificación	A-4	A-5	A-6	A-7-6#
Análisis de tamiz ( porcentaje de paso)				
Núm. 10				
Núm.40				
Núm. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de paso núm. 40				
Limite liquido	40 máx	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Indice de plasticidad	10 máx	10 max.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo			
* Para A-7-5, $PI \leq LL-30$				
#Para A-7-6, $PI > LL-30$				

Fuente: *Fundamentos de Ingeniería Geotecnia p.79*

**Nota:** para clasificar un suelo de acuerdo con la tabla 1 (Clasificación de materiales de carreteras subrasante) los datos de prueba se aplican de izquierda a derecha. Por proceso de eliminación, el primer grupo de la izquierda en la que quepan los datos de prueba es la clasificación correcta.

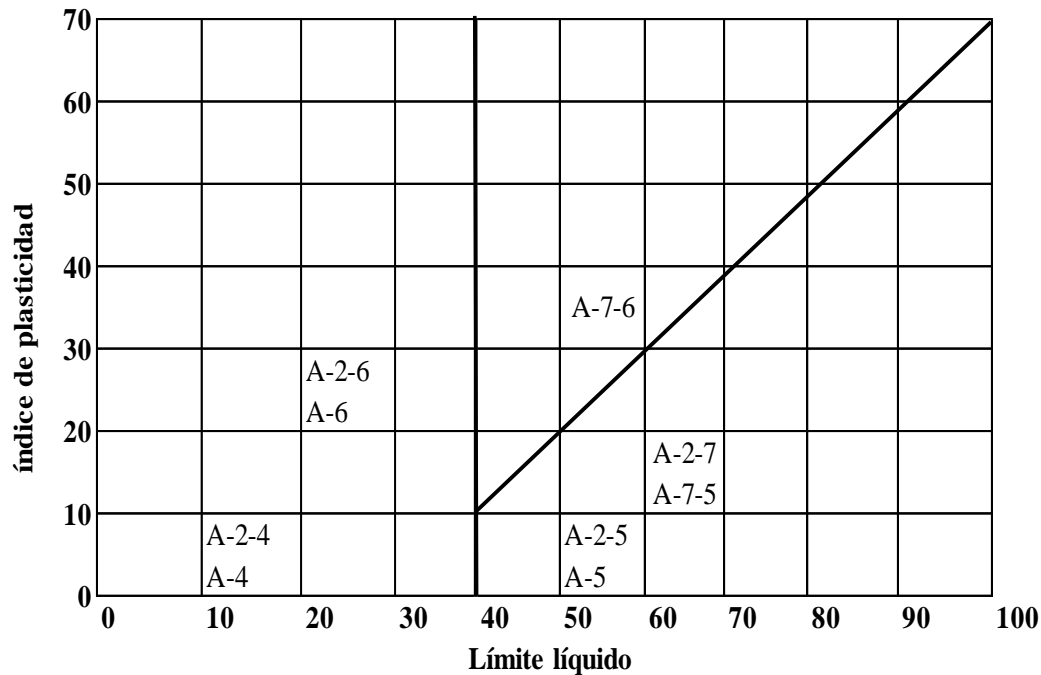


Figura 1. Rango de límite líquido y del índice de plasticidad para suelos en los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotecnia p.80

### 2.2.3.2. Sistema Unificado de Clasificación de suelos SUCS

Según Braja (2015), este sistema es utilizado para trabajos de construcción, el cual clasifica a los suelos en dos grandes categorías:

**1. Suelos de grano grueso** que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava, y S para la arena o suelo arenoso.

**2. Suelos de grano fino** con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

Otros símbolos que también se utilizan para la clasificación son:

- W: bien clasificado
- P: mal clasificado
- L: baja plasticidad (límite líquido menor de 50)
- H: alta plasticidad (límite líquido mayor de 50)

**Tabla 4**

Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterios para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Mas del 50 % retenido en el tamiz núm. 200	<b>Gravas</b> Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	<i>Gravas limpias</i>	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3^c$	GW
		Menos de 5% finos <sup>a</sup>	$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3^c$	GP
		<i>Gravas con finos</i> Más el 12 % de finos <sup>ad</sup>	PI < 4 o gráficos por debajo de línea "A" (gráfica de plasticidad) PI > 7 y gráficos en o por encima de línea "A" (gráfica de plasticidad)	GM GC
	<b>Arenas</b> 50 % o más de la fracción gruesa pasa el tamiz núm. 4	<i>Gravas limpias</i>	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3^c$	SW
		menos de 5% finos <sup>b</sup>	$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3^c$	SP
		<i>Arenas con finos</i> Más de 12% finos <sup>bd</sup>	PI < 4 o gráficos por debajo de línea "A" (gráfica de plasticidad) PI > 7 y gráficos en o por encima de línea "A" (gráfica de plasticidad)	SM SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	<b>Limos y arcillas</b>	<i>Inorgánico</i>	PI > 7 y gráficos en o por encima de línea "A" (gráfica de plasticidad) <sup>e</sup> PI < 4 o gráficos por debajo de línea "A" (gráfica de plasticidad) <sup>e</sup>	CL ML
		<i>Orgánico</i>	$\frac{\text{Límite líquido:secado}}{\text{Límite líquido:no secado}} < 0.75$ ; vea (gráfica de plasticidad); zona	OL
	<b>Limos y arcillas</b>	<i>Inorgánico</i>	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (gráfica de plasticidad) Gráficos PI por debajo de "A" línea (gráfica de plasticidad)	CH MH
		<i>Orgánico</i>	$\frac{\text{Límite líquido:secado}}{\text{Límite líquido:no secado}} < 0.75$ ; vea (Gráfica de plasticidad); zona OH	OH
	<b>Suelos altamente orgánicos</b>	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico		

<sup>a</sup>Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

<sup>b</sup>Arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$^c C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

<sup>d</sup>Si  $4 \leq PI \leq 7$  y gráficos en la zona rayada en el (gráfica de plasticidad), se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

<sup>e</sup>Si  $4 \leq PI \leq 7$  y gráficos en la zona rayada en el (gráfica de plasticidad), se usa doble símbolo CL-ML.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotecnia p.83

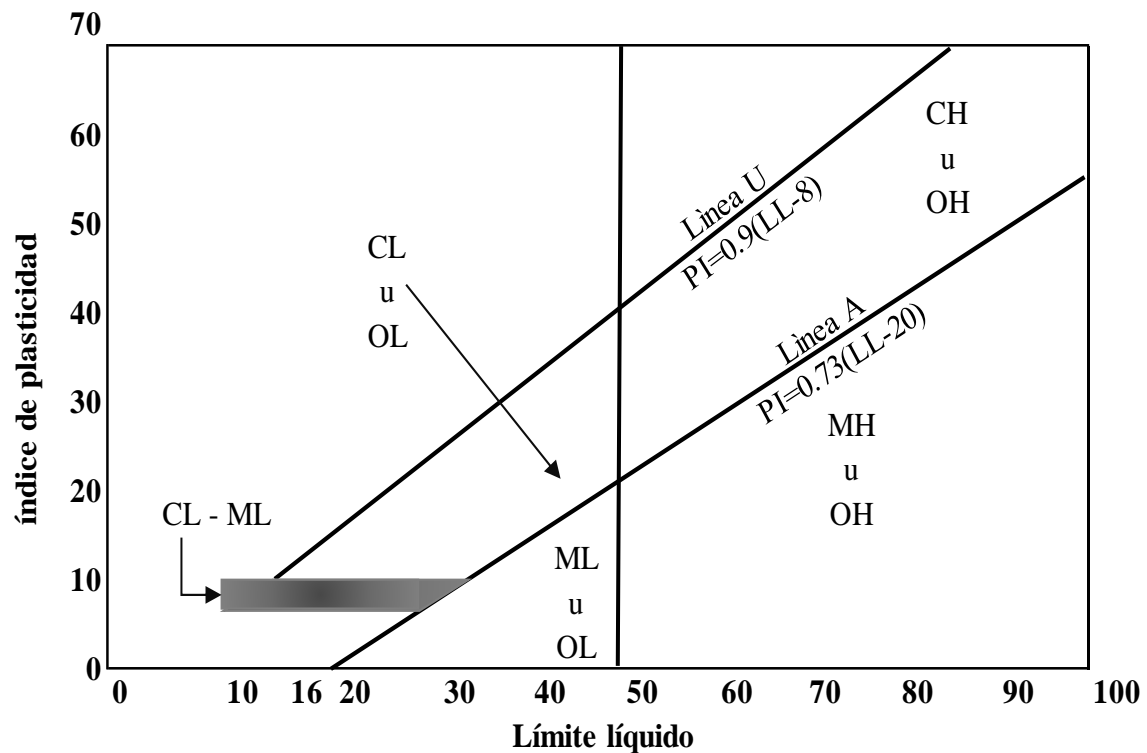


Figura 2. Gráfica de plasticidad  
Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotecnia p.84

#### 2.2.4. Estabilización de suelos

Según el Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014), nos dice que la estabilización de suelos “se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizadores, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidos como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelos asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una sub base granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad que se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento, con cal, con asfalto, etc.)”.

La estabilización de suelos consiste en asignar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquier sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.



- ✓ **Sub - rasante:** De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito, (Montejo, 2002). Para saber si la sub-rasante está dentro de los parámetros adecuados ver en la Tabla N°6.

### 2.2.5. Tipos de estabilización

Según el “Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014” menciona que existen los siguientes tipos de estabilizantes:

- **Estabilización por combinación de suelos:** La estabilización de suelos considera la combinación o mezcla de materiales de suelos existente con materiales de préstamo. El suelo existente se disgregará en una profundidad de 15 cm y luego se colocará el material de préstamos o aporte.
- **Estabilización por sustitución de los suelos:** Cuando se prevea la construcción de la sub rasante mejorada solamente con material adicionado, puede presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que este deba ser excavado previamente y reemplazo por el material de adicción.
- **Suelos estabilizados con cal:** Al mezclar el suelo con cal, se produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, además su efecto más importante de la cal en el suelo, es el cambio apreciable de su plasticidad.
- **Suelos estabilizados con cemento:** El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua, y otras eventuales adiciones seguidas de una compactación y un curado adecuado.
- **Suelos estabilizados con escoria:** En los suelos estabilizados con escoria y cal el porcentaje estimado en peso de cal se encuentra en 1.5 y 3% y de la escoria entre 35% - 45% en volumen.
- **Estabilización con cloruro de sodio:** Su principal uso es; como control de polvo en bases y superficies de rodadura para tránsito ligero. También

se utiliza en zonas secas para evitar la rápida evaporización del agua de compactación.

- **Estabilización con cloruro de magnesio:** El cloruro de magnesio es más efectivo que el cloruro de calcio para incrementar la tensión superficial produciendo una superficie de rodado más dura.
- **Estabilización con geosintéticos:** A diferencia de suelos, los geosintéticos proporcionan resistencia a la tracción y una mejor significativamente en el rendimiento y construcción de pavimentos.
- **Estabilización de suelos con polímeros:** (Valle, 2010), señala que las fibras usualmente se utilizan para mejorar la resistencia del suelo, y reducir la retracción. Se destaca como un método novedoso al mezclar fibras de polipropileno con cal, reduciendo así la cantidad de cal necesaria. Menciona también que las fibras incrementan la resistencia al corte del terreno natural sin tratamiento previo, por lo que la combinación cal y fibras permitirá la reducción de cal necesaria para estabilizar el terreno.

## 2.2.6. Fibras de polímeros reciclados (PET)

### 2.2.6.1. Definición de polímero

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión repetida de una o varias moléculas unidas por enlaces covalentes. Dependiendo de su origen, los polímeros pueden ser naturales o sintéticos. Los sintéticos contienen normalmente entre uno y tres tipos diferentes de unidades que se repiten, mientras que los naturales o biopolímeros (como la celulosa, el ADN o las proteínas) presentan estructuras mucho más complejas. Los polímeros sintéticos tienen, hoy por hoy, mayor interés desde el punto comercial, por lo que, por lo general, nos referimos casi exclusivamente a ellos. (Beltrán & Marcilla, 2012, p.18)

### 2.2.6.2. Importancia del reciclaje

De acuerdo al diario La Prensa menciona que *“Apenas el 4% de las 900.000 toneladas de plástico que se desechan en el Perú son recicladas para producir nuevos envases, una economía circular que el Ministerio del Ambiente quiere impulsar en este año 2020”*. Con lo citado y las cifras dadas podemos decir que el reciclaje es un acto muy

inusual en nuestro país y que pocas empresas están interesadas en realizar este proceso.

En la provincia de Trujillo, el reciclaje se distingue por ser una labor independiente, en el que cualquier persona puede iniciar la recolección de residuos plásticos, para luego venderlos a empresas acopiadoras de plásticos para su reutilización que se encuentran en diferentes distritos, como el Milagro, el Porvenir, la Esperanza.

De manera que la presente investigación quiere dar un nuevo uso a estos plásticos para generar nuevas tecnologías, y que sirvan como un material estabilizante para suelos de sub-rasantes inadecuadas para poderlos mejorar su resistencia; contribuyendo con el reciclaje, la reducción de costos en estructuras de pavimentación.

### **2.2.6.3. Características y propiedades del PET**

Las características más importantes del Tereftalato de polietileno (PET), es que tiene una alta resistencia y pureza por sus propiedades químicas que lo componen.

Por otro lado, el PET es el resultado de dos químicos conocidos como etilenglicol y ácido tereftálico, estos conforman a que las propiedades del PET sean las siguientes:

#### **✓ Permite la degradación química**

Una de las propiedades del PET, es la resistencia a la biodegradación, así como también este material se puede degradar por medio de procesos químicos para su reutilización en un nuevo producto o generar algún tipo de combustibles.

Para eso, es esencial conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que contienen PET en su composición.

#### **✓ Resistente al desgaste**

Otra de las propiedades del PET, es que presenta una alta resistencia a la corrosión y al desgaste.

#### **✓ Resistente y reciclable**

Dentro de las propiedades del PET, se puede reutilizar y reciclar para otros fines, de manera que ayude a reducir el impacto

ambiental que tienden a generar los residuos plásticos. Generalmente el PET pasa por un proceso de limpieza y selección del material para su posterior uso en las industrias.

#### 2.2.6.4. Tipos de plásticos reciclados

Según la cámara de la industria de reciclados plásticos detalla que:

➤ **PET (Tereftalato de polietileno):**

Se utiliza para botellas de bebidas gaseosas y aguas, bolsas de hervir ahí mismo el alimento congelado y bandejas para comidas calentadas en microondas. Es liviano, resistente y reciclable. En este sentido, una vez reciclado, el PET se puede utilizar en muebles, alfombras, fibras textiles, piezas de automóvil y reciclado convenientemente en nuevos envases de alimentos.

➤ **HPDE (Polietileno de alta calidad):**

Se usa en envases de lavandería, detergentes y cosméticos, bidones, baldes y cajones plásticos. Asimismo, también se puede ver en envases de leche, zumos, yogurt, agua, y bolsas de basura. Se recicla de muy diversas formas, fabricando cañerías, botellas de detergentes y limpiadores, muebles de jardín, botes de aceite, etc.

➤ **PVC (Vinílicos o cloruro de polivinilo):**

Se fabrican botellas para aceite de cocina, productos de limpieza y en la construcción: ventanas, tubos de drenaje, perfiles, forro para cables. También es muy resistente. Una vez reciclado, puede ser utilizado para paneles, tarimas, tapetes, etc.

➤ **LDPE (Polietileno de baja densidad):**

Usado para bolsas para vegetales en supermercados, bolsas para pan, envolturas de alimentos, silos bolsa. Este plástico fuerte, flexible y transparente se puede encontrar también en bolsas muy diversas, mangueras, etc. Tras su reciclado se puede utilizar de nuevo en contenedores y papeleras, sobres, paneles, tuberías o baldosas.

➤ **PP (Polipropileno):**

Se fabrican envases para yogurt, botellas para champú, potes, muebles de jardín y recipientes para margarina. Su alto punto de fusión permite envases capaces de contener líquidos y alimentos calientes. Se suele utilizar en la fabricación de envases médicos, yogures, pajitas, envases de ketchup, tapas, algunos contenedores de cocina, autopartes, cajones, etc. Una vez reciclado se puede utilizar en señales luminosas, cables de batería, escobas, cepillos, rastrillos, baldes, bandejas, etc.

➤ **PS (Poliestireno):**






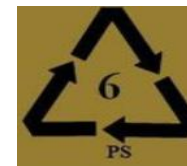

Espuma plástica utilizada para tazas para bebidas calientes, envase para comidas rápidas, cartones para huevos y bandejas para carnes. Su bajo punto de fusión hace posible que pueda derretirse en contacto con el calor. Una vez reciclado, se pueden obtener diversos productos entre ellos, material para edificación, aislantes, etc.

**Otros:** Todas las demás resinas de plástico o mezclas no indicadas arriba. Se incluyen una gran diversidad de plásticos. Por ejemplo, con estos plásticos están hechos algunos materiales a prueba de balas, DVD, gafas de sol, MP3 y PC, etc.

Según el Sistema de codificación para artículos de plásticos la Norma IRAM 13700, identifica al material de plástico de la siguiente manera.

**Tabla 5**

*Tipos de materiales plasticos*

Código SPI	Nombre	N° de Identificación
	PET Tereftalato de polietileno	1
	HPDE Polietileno de Alta Densidad	2
	PVC o vinilo Cloruro de Polivinilo	3
	LDPE Polietileno de baja densidad	4
	PP Polipropileno	5
	PS Poliestireno	6
	Otros	7

*Fuente:* Norma IRAM 13700.

## 2.2.7. Mecánica de suelos en pavimentos

La investigación del suelo para cualquier proyecto de pavimento debe ser lo suficientemente detallada para definir la profundidad, el espesor y la extensión de los suelos y rocas que afectaran a la construcción y funcionamiento a largo plazo de la estructura del pavimento. El alcance del programa de exploración depende de la naturaleza tanto del proyecto y de las condiciones de suelo específicas del sitio. Para obtener datos confiables de ingeniería, cada lugar de trabajo debe ser explorado y analizado de acuerdo a las condiciones del suelo. (Menéndez, 2012, p.21)

### 2.2.7.1. Definición de mecánica de suelos

La Mecánica de suelos es la parte de la ciencia física que trata de la acción de las fuerzas sobre los cuerpos. De igual forma, la mecánica de suelos es la rama de la mecánica que trata de la acción de las fuerzas sobre la masa de los suelos. (Crespo, 2011, p.17)

### 2.2.7.2. Análisis mecánico de suelo

Según Braja (2015), el análisis mecánico es la determinación de la gama de tamaños de partículas presentes en un suelo, expresados como un porcentaje del peso seco total (o masa). Generalmente se utilizan dos métodos para encontrar la distribución de tamaño de partícula de suelo: **(1) análisis de tamiz** para tamaños de partículas mayores de 0.075 mm de diámetro, y **(2) análisis de hidrómetro** para tamaños de partículas más pequeñas que 0.075 mm de diámetro. Los principios básicos del análisis de tamiz y el análisis de hidrómetro se describen a continuación.

**Análisis de tamiz:** El análisis de tamiz consiste en agitar la muestra de suelo a través de un conjunto de tamices que tienen aberturas más pequeñas progresivamente. Los tamices utilizados para el análisis de suelos son generalmente de 203 mm de diámetro. Para llevar a cabo un análisis granulométrico, uno debe primero secar al horno el suelo y luego romper todos los grumos en pequeñas partículas. A continuación, se agita el suelo a través de una pila de tamices con aberturas de tamaño decreciente de arriba abajo (se coloca una charola

por debajo de la pila. El tamiz de tamaño más pequeño que se debe utilizar para este tipo de prueba es el tamiz núm. 200. Después de agitar el suelo, se determina la masa de suelo retenido en cada tamiz. Cuando se analizan los suelos cohesivos, romper los terrones en partículas individuales puede ser difícil. En este caso el suelo se puede mezclar con agua para formar una suspensión y después lavarse a través de los tamices. Las porciones retenidas en cada tamiz se recogen por separado y se secan al horno antes de medir la cantidad recogida en cada tamiz.

**Análisis de hidrómetro:** El análisis de hidrómetro se basa en el principio de la sedimentación de los granos del suelo en agua. Cuando una muestra de suelo se dispersa en agua, las partículas se depositan a diferentes velocidades, en función de su forma, tamaño y peso.

### 2.2.7.3. Límites de atterberg

Según ensayo MTC E 112, los límites de Atterberg establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (Agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión de los suelos son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción LC

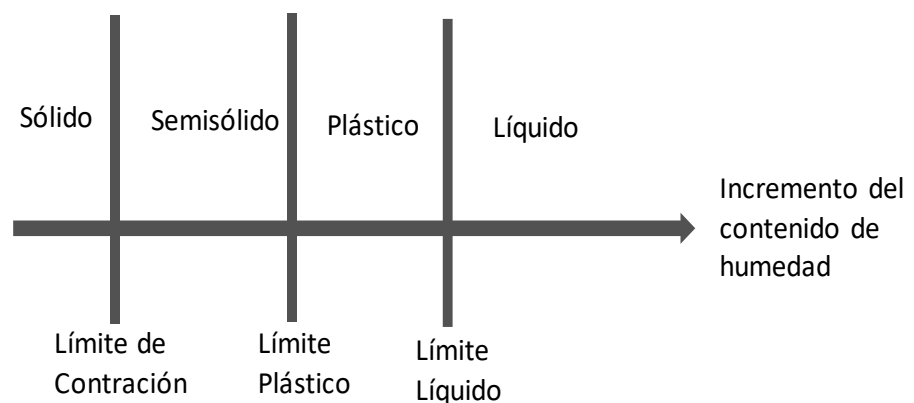


Figura 3. Límites de Atterberg

Fuente: Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica p.64



#### **2.2.7.4. Densidad relativa (DR)**

Según Villa Lobos (2016), hasta ahora se ha visto el uso de ensayo proctor para el control de compactación. Sin embargo, en arenas limpias (sin finos) uniformes, no es habitual el uso del ensayo proctor para determinar la densidad máxima. La energía aplicada por medio de golpes no es capaz de ordenar de la manera más densa los granos de arena. Esto debido a que se pierde energía por fricción entre granos, lo cual entrega una alta variación de los resultados si se realiza un ensayo proctor. Es por ello que para los suelos granulares se utiliza el concepto de densidad relativa (DR), es decir, se estima la densidad del suelo en estudio respecto o relativa a la densidad máxima y mínima que este suelo puede alcanzar.

Según el manual de carreteras de Chile (2003) dice que; se establece un procedimiento para determinar las densidades secas máxima y mínima de suelos no cohesivos, no cementados, de flujo libre, con un tamaño máximo nominal hasta 80 mm y que contiene hasta un 12% en masa de partículas menores que 0,080 mm. En general se recomienda aplicar este procedimiento a aquellos suelos que, cumpliendo con lo señalado anteriormente, tengan un IP igual o menor que 5. El método es aplicable a suelos en que la compactación por impacto no produce una curva bien definida de relación humedad/densidad y la densidad máxima por impacto resulta generalmente menor que la obtenida por métodos vibratorios. La densidad máxima se determina mediante compactación por vibrado y la densidad mínima mediante vaciado.

#### **2.2.7.5. California bearing ratio (CBR)**

Este ensayo está destinado a estimar la capacidad de carga de un suelo bajo las ruedas, es decir, su aptitud para soportar en una determinada estructura de carretera, las cargas móviles que deberán recorrerla. (Arquié, p.50)

Según la MTC E 13 este ensayo es la denominación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte,

que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma similar sobre muestras que no han cambiado y que son tomadas del terreno. Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

Los valores de diseño de CBR, para cada sector de características se clasificará a que categoría de sub-rasante pertenece, según lo siguiente:

**Tabla 6**

*Categoría de sub-rasante*

<b>Categorías de sub-rasante</b>	<b>CBR</b>
S <sub>0</sub> Sub-rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> Sub-rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> Sub-rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> Sub-rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> Sub-rasante Muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> Sub-rasante Excelente	CBR < 30%

*Fuente:* Manual de carreteras: Suelos, geología, Geotecnia y Pavimentos.

## 2.2.8. Carreteras

### 2.2.8.1. Definición de carreteras

Carretera es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida principalmente para la circulación de vehículos automóviles. Por lo general se trata de vías anchas que permiten la fluidez de la circulación.

Es por ello que la clasificación de carreteras es diferente en cada país y de acuerdo al manual de carreteras del Perú se clasifican de la siguiente manera. De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de carreteras del Ministerio de Transporte y comunicaciones (MTC, 2018) da a conocer la clasificación de las carreteras en función de la demanda y orografía.

## 2.2.9. Clasificación de carreteras

### 2.2.9.1. Clasificación por demanda

**Autopistas de primera clase:** Son carreteras con (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas distribuidas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.

**Autopistas de segunda clase:** Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.

**Carretera de primera clase:** Son carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial.

**Carreteras de segunda clase:** Son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial.

**Carreteras de tercera clase:** Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

**Trochas carrozables:** Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

#### 2.2.9.2. Clasificación por orografía

- Terreno plano (tipo 1): Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo.
- Terreno ondulado (tipo 2): Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo.
- Terreno accidentado (tipo 3): Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo.
- Terreno escarpado (tipo 4): Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de

movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo.

#### **2.2.10. Definición de pavimentos**

Los pavimentos para carreteras y vías urbanas son estructuras viales multicapa, es decir, están constituidas por un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales compuestas por materiales seleccionados. Estas estructuras son diseñadas para soportar las cargas impuestas por el tránsito y por las condiciones ambientales (función estructural). El pavimento se soporta sobre una subrasante natural o sobre una plataforma, que puede ser mejorada o estabilizada, o u terraplén, que se denomina capa de conformación. (Reyes & Rondón, 2015, p. 26,27)

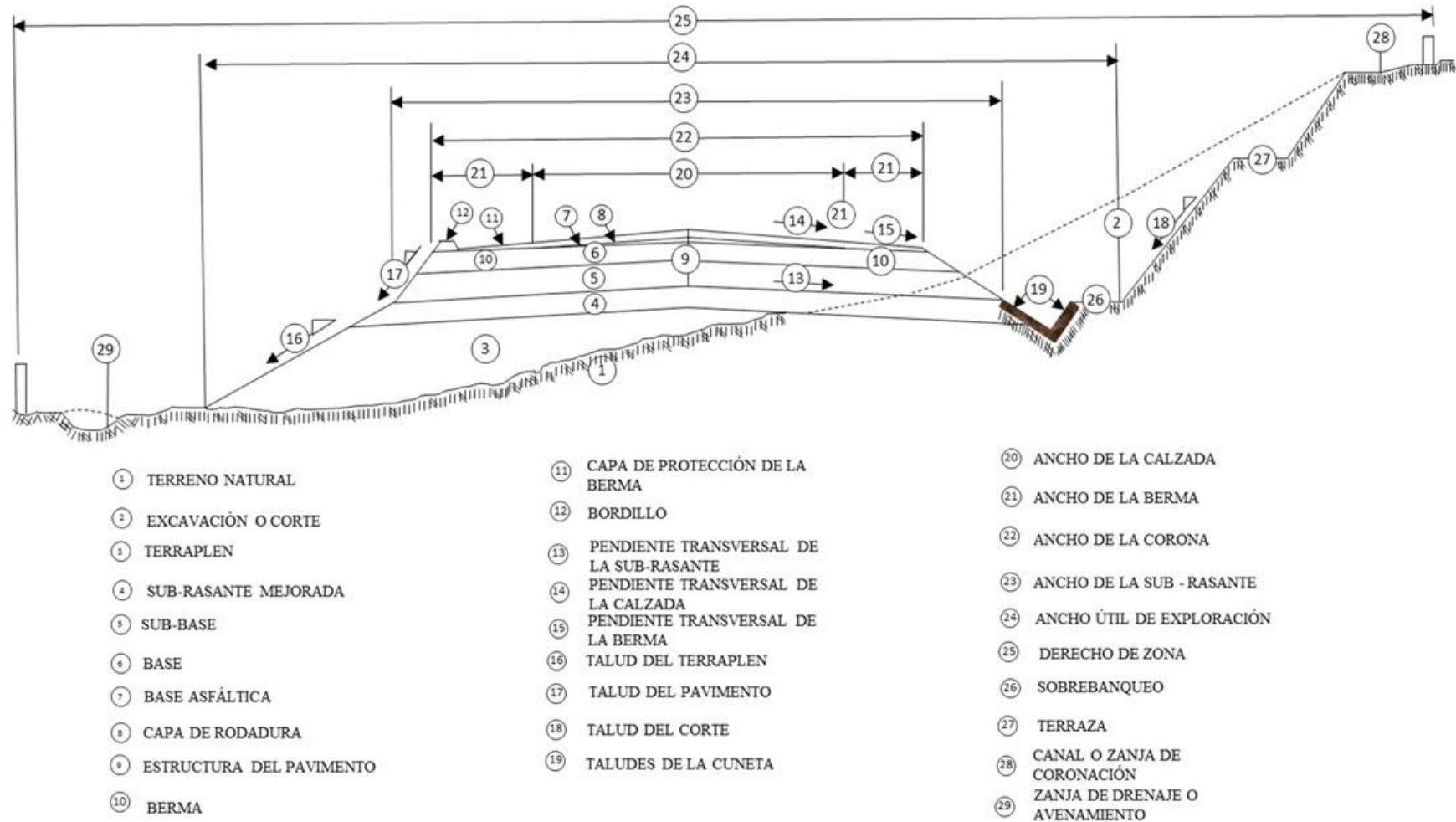


Figura 4. Sección típica de un pavimento

Fuente: Ingeniería de pavimentos fundamentos, estudios básicos y diseño, pág. 03

### 2.2.11. Tipos de pavimentos

Según Rondón y Reyes, (2015) los pavimentos se clasifican en:

- Pavimentos asfálticos o flexibles
- Pavimentos rígidos
- Pavimentos semirígidos o semiflexibles

#### 2.2.11.1. Pavimentos asfálticos o flexibles

La estructura de un pavimento asfáltico se encuentra constituida por una o más capas superiores de mezcla asfáltica compactada, construida sobre capas de subbase y base granular o estabilizada que están apoyadas sobre una subrasante natural o mejorada. (Sánchez & Campagnoli, 2016, p.39)

Según Sánchez & Campagnoli (2016), las funciones de la subrasante y de las capas de un pavimento Asfáltico convencional son las siguientes.

- **Subrasante:** Su finalidad es brindar una plataforma de construcción al pavimento y soportarlo sin sufrir deformaciones que afecten adversamente a su comportamiento. La parte superior de este suelo se puede compactar o mejorar para incrementar su resistencia, su rigidez o su estabilidad.
- **Subrasante mejorada:** Normalmente se asigna este nombre a una capa de material seleccionado que se coloca directamente sobre un suelo natural de subrasante de inferior calidad, con el propósito de brindar una plataforma de trabajo adecuada para la construcción de las capas del pavimento.
- **Subbase:** Es una capa de materiales de calidad especificada que se construye sobre la subrasante en el espesor obtenido en el diseño.
- **Base:** La función de esta capa es brindar una proporción significativa de la capacidad estructural del pavimento asfáltico y presentar apoyo uniforme y estable a las capas asfálticas superiores.

- **Capas(s) de concreto asfáltico:** Se construye en la parte superior del pavimento y normalmente están constituidas por los materiales de mejor calidad.

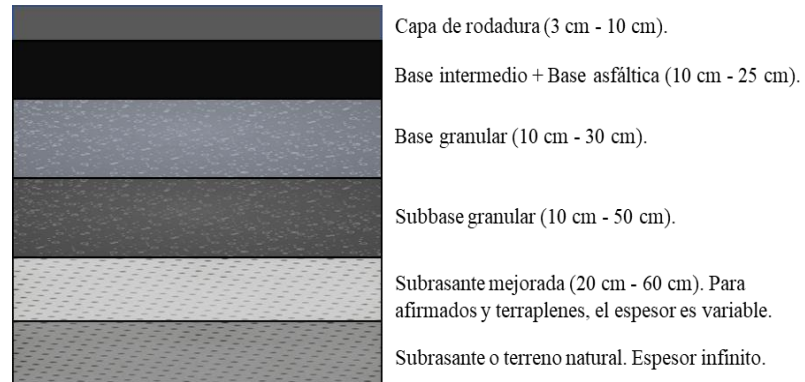


Figura 5. Perfil típico de una estructura de pavimento flexible  
Fuente: Pavimentos Materiales, construcción y diseño p.28

#### 2.2.11.2. Pavimentos rígidos

Este tipo de estructura está compuesta generalmente por una capa o losa de concreto hidráulico de 18 a 30 cm de espesor, soportada sobre una capa granular no tratada o estabilizada con cementantes hidráulicos. (Reyes & Rondón, 2015, p.31).

#### 2.2.11.3. Pavimentos semirrígidos o semiflexibles

Según Menéndez (2012), son pavimentos compuestos por una superficie de rodadura conformada por unidades de piedra, concreto hidráulico, ladrillos o madera que son colocados sobre una capa de arena, apoyada en una o varias capas granulares. Pueden ser de tipo:

- Adoquines
- Empedrados
- Embollicados



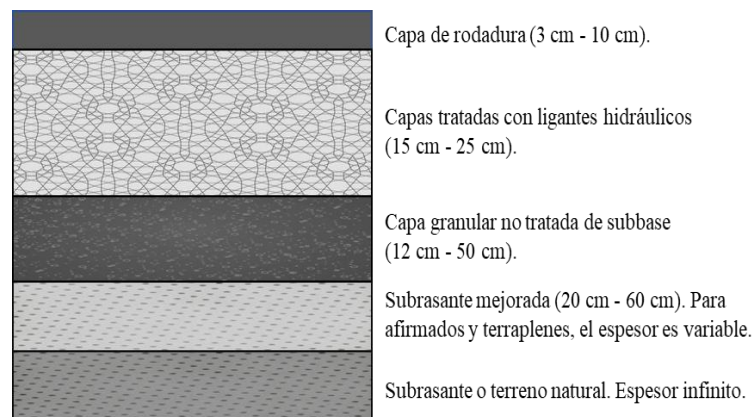


Figura 6. Perfil típico de una estructura de pavimento semirrígida  
Fuente: Pavimentos Materiales, construcción y diseño p.32

### 2.2.12. Métodos de diseño de pavimentos flexibles

Los métodos de diseño de pavimentos flexibles utilizados frecuentemente son: el método AASTHO, el del instituto del asfalto y el del Instituto de ingeniería de la UNAM.

#### ✓ Método Aashto

Este método es de amplia aceptación para el diseño de pavimentos flexibles y fue emitido por la American Association of State Highway and Transportation Officials. El método se publicó por primera vez en 1972, existen revisiones hasta 1993 y en la actualidad comienza a distribuirse la versión 2002. Este método se clasifica dentro de los procedimientos de diseño basados en ecuaciones de regresión desarrolladas a partir de resultados de tramos de prueba. Sin embargo, este método toma un carácter mecanicístico, al introducir en su procedimiento conceptos como los Módulos de Resiliencia y Elásticos de los materiales. (Tapia, p.32)

### 2.2.13. Parámetros de diseño

Según Recuenco (2017), el estudio y proyecto de un pavimento parte siempre de la consideración de algunos parámetros fundamentales, que inciden de manera primordial en su comportamiento y en la consecuencia de los objetivos perseguidos, todo ello a coste razonable. Los más importantes son los siguientes:

#### **2.2.13.1. Trafico**

Es un parámetro fundamental e interviene decisivamente en el dimensionamiento y en el deterioro del firme. Ha de evaluarse el tráfico total que se deberá soportar el carril pésimo a lo largo del periodo de proyecto del firme, coincidente con el de vida útil por razones estructurales.

#### **2.2.13.2. Cimiento**

El segundo parámetro fundamental es el cimiento del firme y, en particular, su capacidad portante, que también determina el dimensionamiento. La necesidad de que las cargas del tráfico lleguen al cimiento suficientemente repartidas para que pueda soportarlas sin deformaciones excesivas

#### **2.2.13.3. Materiales disponibles**

Los materiales disponibles pueden ser determinantes del tipo y estructura del firme. Ha de garantizarse su existencia en cantidad, homogeneidad y calidad suficientes y a costes razonables.

#### **2.2.13.4. Clima**

El clima influye en la elección de los materiales que han de componer el firme, en el tipo de capas que puedan disponerse y en el dimensionamiento y disposición de los elementos de drenaje.

#### **2.2.13.5. Costes**

En el proyecto de un firme han de considerarse sus costes, pero no solo los de construcción sino los que pudieran denominarse costes generalizados, que incluyen, los de conservación y rehabilitación, a lo largo del periodo de proyecto.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo de investigación

#### 3.1.1. Por el propósito que persigue: Aplicada

La presente investigación según el fin o propósito es de tipo Aplicada, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos y teorías existentes para el crecimiento de los conocimientos científicos; ya que busca incrementar la resistencia del suelo arenoso con fibras de polietileno de tereftalato PET reciclado en la subrasante.

#### 3.1.2. Según el diseño de investigación: Experimental

La presente investigación según el diseño es de tipo “Experimental” ya que hay una manipulación de la variable independiente “Fibras de polímeros reciclados” de manera intencional, para analizar las consecuencias sobre la variable dependiente que es “Capacidad de Soporte de Suelos”, según la presente investigación se basa en el mejoramiento del suelo de la subrasante con las fibras de polímeros reciclados con la ejecución de diferentes ensayos, en la que se desea mejorar la capacidad del suelo, manipulando la variable independiente, para estudiar su influencia en el CBR de los suelos para el diseño de pavimentos en el Alto Trujillo, Barrio I, ciudad de Trujillo, 2021.

#### 3.1.3. Diseño de Investigación: Experimentales-Experimentales Cuasi

Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, solo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasiexperimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se integraron es independiente o aparte del experimento). (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.151)

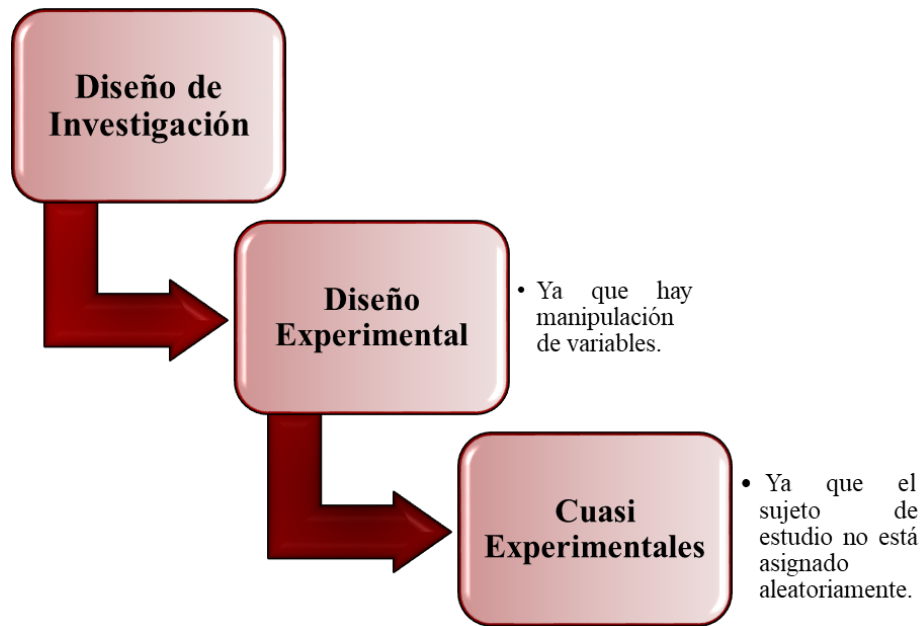


Figura 7. Clasificación de la Investigación.  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

#### 3.2.1. Población

Para la presente investigación, la población será todo el suelo, de las Av. principales del Barrio 1 del centro poblado Alto Trujillo 2021, de este modo el suelo se utilizará para realizar un número determinado de calicatas, de las cuales se obtendrán resultados que ayudarán a determinar y clasificar el suelo ya que dicho sector se encuentra en su totalidad sin asfaltar y de esta manera poder mejorar las condiciones del suelo para su pavimentación.

#### 3.2.2. Muestra

En la presente investigación se emplea un muestreo no probabilístico y por juicio ya que según el “Manual de carretas suelos, geología y pavimentos – MTC, 2014” nos indica que el número de calicatas que se debe realizar de acuerdo al tipo de vía a estudiar lo cual se mostrará en la Tabla N° 7, con el objetivo de determinar las propiedades físicas-mecánicas de los materiales.

**Tabla 7**

*Número de calicatas para exploración del suelo.*

<b>Tipo de Vía</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Número mínimo de calicatas</b>	<b>Observación</b>
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada	2.00 m respecto al nivel de subrasante del Proyecto	1 calicata x 500m	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

*Fuente:* Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

**Tabla 8**

*Número de ensayos CBR.*

<b>Tipo de vía</b>	<b>N° de CBR</b>
Locales	se realizará un CBR cada 500 m

*Fuente:* Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

Es por ello, que las muestras serán extraídas de las AV. Principales del Barrio I del Alto Trujillo, de este modo efectuar la excavación de 8 calicatas de forma alternadas y longitudinalmente al costado de la vía detalladas en la Tabla N° 9, con una dimensión de  $1m \times 1m \times 2m$  de profundidad como se muestra en la figura N° 8. Además, se extraerá una muestra representativa del fondo de cada calicata para realizar los siguientes ensayos: Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico, Clasificación de suelos por el Método (AASHTO), Clasificación de los suelos por el método (SUCS), Densidad Relativa (DR), California Bearing Ratio (CBR), Ensayo Químico de Sales. De acuerdo a los datos que se obtuvieron de los ensayos ya mencionados, estos servirán para el diseño del Pavimento Flexible siguiendo el Método AASHTO 93; Asimismo los datos de los ensayos serán plasmados en las guías de observación y serán validados por el Ingeniero German Sagastegui Vásquez.

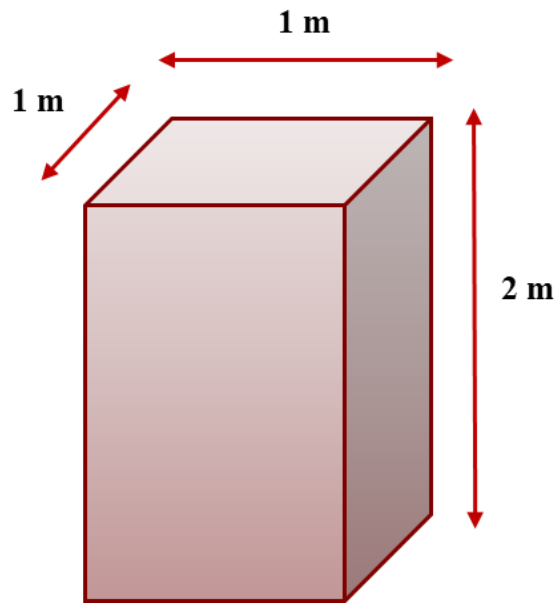


Figura 8. Dimensiones de calicata  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9**  
*Número y ubicación de calicatas.*

Kilometraje (Km)	Calicata cada 500 m	N° de calicatas	N° de Estrato por calicata	Profundidad
Km 0+000	Km 0+000 m	C 1	Único	2.00 m
	Km 0+500 m	C 2	Único	
Km 1+000	Km 1+000 m	C 3	Único	
	Km 1+500 m	C 4	Único	
Km 2+000	Km 2+000 m	C 5	Único	
	Km 2+500 m	C 6	Único	
Km 3+000	Km 3+000 m	C7	Único	
	Km 3+500 m	C8	Único	

Fuente: Elaboración Propia

### **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **3.3.1. Técnicas de recolección de datos**

La presente investigación utilizó la técnica de la observación porque permite obtener un registro visual de lo que ocurre en una situación real en el comportamiento de las diversas materias; de acuerdo al problema que se está estudiando, se determinara el comportamiento del CBR con la adición de las fibras de polímeros reciclados; estos estudios son evaluados mediante la realización de calicatas y estudios afines.

#### **3.3.2. Técnicas de análisis de datos**

La técnica que se emplea en la presente investigación será la de inferencia estadística porque se está empleando según el diseño de investigación una experimental, para poder lograr la investigación de determinar la capacidad de soporte (CBR) del suelo, adicionando fibras de polímeros reciclados y poder mejorar sus propiedades.

Para dicho proyecto se realizará la prueba de hipótesis. Esta prueba se ejecutó mediante datos reales que se utilizaron para pruebas paramétricas del ANOVA.

### **3.4. Procedimiento**

A continuación, se muestra un diagrama de flujo del procedimiento experimental de la investigación realizada.

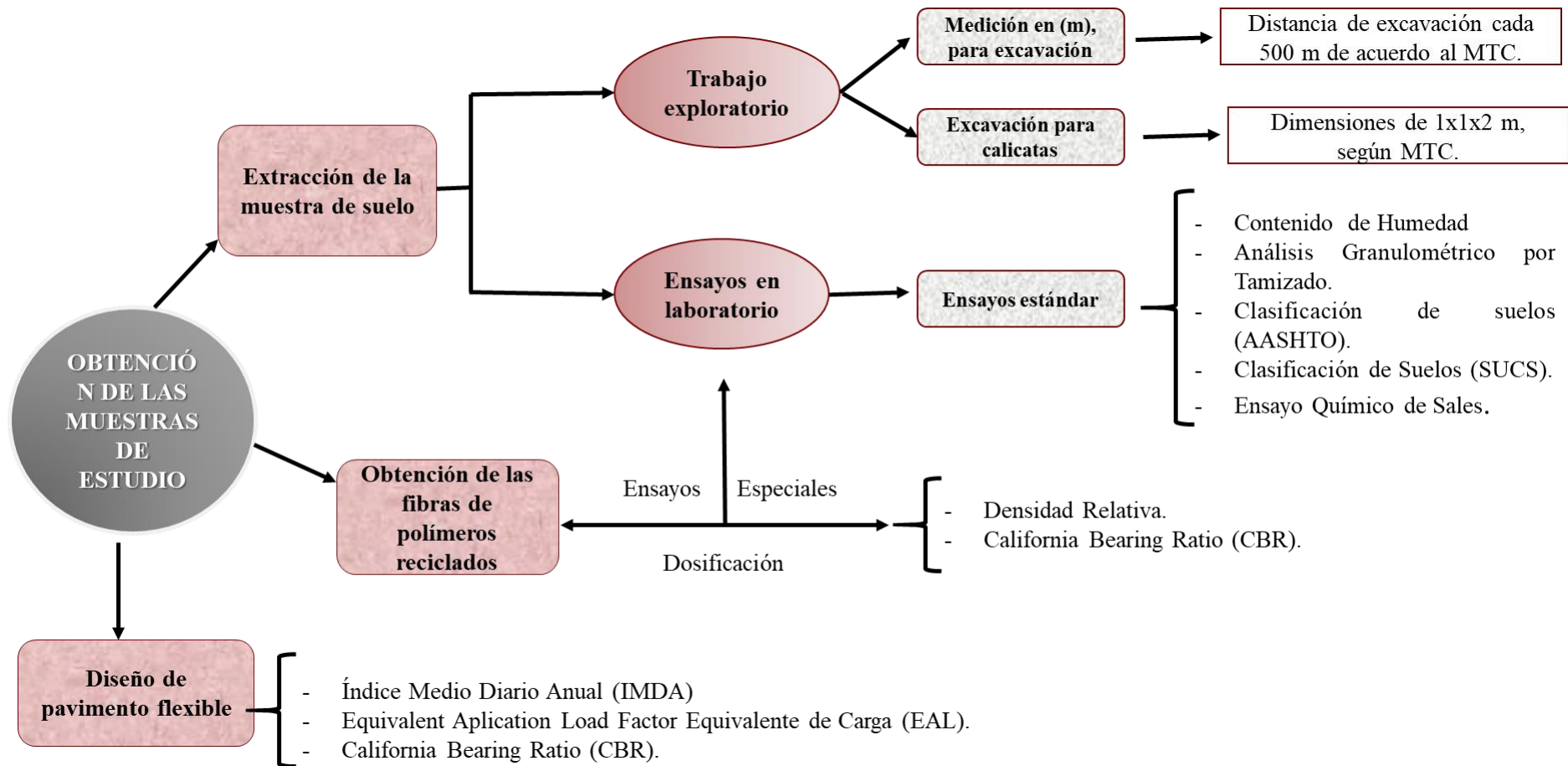


Figura 9. Diagrama del Procedimiento Experimental

Fuente: Elaboración Propia



### **3.4.1. Obtención de las muestras de estudio**

#### **3.4.1.1. Obtención de fibra de polímetro (PET)**

Se obtuvieron las fibras de PET a través de la empresa EL PIONERO a base de fibras de escobas recicladas. Las fibras tuvieron una longitud de 20 mm y un diámetro de 0.5mm.

##### **Dosificación:**

La adición de las fibras de polímeros se hará en porcentajes de peso de 2.5%, 5% y 7.5% para cada uno de los moldes a ser ensayados

#### **3.4.1.2. Extracción de la muestra del suelo**

##### **A. Trabajo Exploratorio**

Para el trabajo Exploratorio de campo, se llevó a cabo en el Centro Poblado Alto Trujillo Barrio I, donde se realizó la excavación de 8 calicatas con dimensiones 1m x 1m x 2m de profundidad.

Las muestras extraídas de suelo de cada una de las calicatas fueron analizadas en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo, en el cual se realizaron los diversos ensayos de: Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Clasificación de los Suelos por el Método (AASHTO), Clasificación de los Suelos por el Método (SUCS), Densidad Relativa, California Bearing Ratio (CBR) y sales solubles.

##### **B. Ensayos en Laboratorio**

###### **B.1 Ensayos Estándar:**

###### **B.1.1 Análisis granulométrico por Tamizado (MTC E107 - ASTM D 422)**

Según el “Manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016”. Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).

##### **Procedimiento**

- Secar la muestra.
- Pesar la muestra seca (Ws).

- Pasar la muestra por el juego de tamices, agitando en forma manual.
- Pesar el material retenido en cada tamiz y el fondo.
- Sumar todos los pesos retenidos parciales  $\sum PRP$ , determinar la siguiente diferencia  $(W_s - \sum PRP)$ , si el resultado es menor del 3%, del  $(W_s)$ , el error es aceptable y se corregirá tal error repartiendo a todos los  $PRP$ , de lo contrario se repartirá el ensayo.
- Calcular los porcentajes de los pesos retenido en cada tamiz ( $\%RP$ ), mediante la siguiente ecuación:

$$\%RP = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

*Ecuación 1: Pesos Retenidos por Tamiz (%RP)*

- Determinar los % retenidos acumulados en cada tamiz ( $\%RP$ ), para lo cual se sumarán en forma progresiva los ( $\%RP$ ).

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3, \text{ etc.}$$

*Ecuación 2: %Retenidos Acumulados (%RA)*

- Determinar los % acumulados que pasan en cada tamiz.

$$\% \text{ pasa} = 100\% - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

*Ecuación 3: %Acumulados que Pasan*

- Dibujamos la curva granulométrica en escala semi-logarítmica, en el eje de las abscisas en escala logarítmica se registrará la abertura de los tamices en milímetros, y en eje de las ordenadas en escala natural se registrará los % acumulados que pasan por los tamices que se utilizan.

- Determinamos los coeficientes de uniformidad de curvatura.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad C_c = \frac{D_{20}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

*Ecuación 4: Coeficientes de uniformidad y Curvatura.*

- El informe deberá incluir lo siguiente:
  - a) El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
  - b) Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
  - c) Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprende un ensayo completo de sedimentación.

#### **B.1.2 Contenido de Humedad (MTC E 108 – ASTM D 2216).**

Según el “Manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016”. La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua.

#### **Procedimiento:**

- Seleccionar y preparar la masa en el recipiente. (Wc)

- Retirar una cantidad de muestra que represente el contenido de humedad total de la muestra, según la ASTM 1999.
- Colocar las muestras en el recipiente.
- Determinar en la balanza la masa del recipiente más la muestra húmeda.
- Introducir el recipiente más las muestras húmedas del horno. El tiempo de permanencia en el horno será como mínimo 16 a 24 horas.
- Extraer el recipiente con la muestra del horno, dejar enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Determinar la masa del contenedor con la muestra seca, utilizando la misma balanza.
- Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo secado al horno}} \times 100$$

*Ecuación 5: % Contenido de Humedad.*

### **B.1.3 Clasificación de suelos AASHTO (ASTM D-3282)**

Este es el sistema del Departamento de Caminos de U.S.A., introducido en 1.929 y adoptado por la “American Association of State Highway Officials” entre otras. Es de uso especial para la construcción de vías, en especial para manejo de subrasante y terraplenes. (Ver Anexo 2)

### **B.1.4 Clasificación de suelos SUCS (ASTM D-2487)**

El SUCS utiliza símbolos para clasificar un suelo, de acuerdo con su “tipo” y “característica” (granulometría en el caso de los granos gruesos o de posible compresibilidad en el caso de la fracción que pasa la malla N<sup>o</sup> 40). (Ver Anexo 2)

## **B.2 Ensayos Especiales:**

### **B.2.1 Ensayo de Densidad Relativa ASTM D2049**

Se procedió a pesar el molde cilíndrico y así mismo se midieron el diámetro interno de molde.

Para determinar la densidad mínima del suelo se procedió a llenar el molde cilíndrico con el suelo totalmente seco. Y se determinó el peso del suelo con el molde. Se calculó el peso del suelo restando el peso del suelo con el molde menos el peso del molde. La densidad mínima se calcula dividiendo el peso del suelo sin compactar entre el volumen del cilindro.

El diámetro interno de molde cilíndrico.

Para determinar la densidad máxima del suelo se procedió a llenar el molde cilíndrico con el suelo totalmente en 3 partes, por cada parte se procedió a vibrar en la mesa de vibrado hasta llenar el molde con suelo. Y se determinó el peso del suelo con el molde. Se calculó el peso del suelo restando el peso del suelo con el molde menos el peso del molde. La densidad mínima se calcula dividiendo el peso del suelo sin compactar entre el volumen del cilindro.

### **B.2.2 Ensayo de CBR (ASTM D-1883)**

1. Se preparará una muestra de suelo de grano fino (6 probetas), menor que el tamiz N°04, al contenido de humedad óptima del suelo determinado en el ensayo Proctor Modificado.
2. Después se tomará una muestra representativa para determinar su contenido de humedad (por lo menos 100g si el suelo es de grano fino).
3. Pesar los moldes sin la base, ni el collar.
4. Para cada uno de los moldes ajustar el molde de la base, insertando el disco espaciador en el molde y cubrirlo con un disco de papel filtro.

5. Realizar 6 probetas de 5 capas de cada una: 2 de 10 golpes por cada capa, 2 de 25 golpes por capa y 2 de 56 golpes por cada capa y dejar saturando una de las muestras de 12, de 25 y de 56 golpes por capa.
6. Para cada uno de los moldes retirar la base, el collar y el disco espaciador, para luego pesar el molde con el suelo compactado y determinar el peso unitario total de suelo.
7. Colocar un disco de papel filtro sobre la su base, invertir la muestra y asegurar el molde a la base de forma que el suelo quede en contacto con el disco de papel.

$$CBR = \frac{\text{Carga Unitario del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patrón}} \times 100$$

*Ecuación 6: Calculo de CBR.*

### **B.2.3 Ensayo de sales Solubles (NTP 339.152:2002)**

Se prepara un extracto acuoso agitando por una hora una suspensión de la muestra en agua desionizada para disolver las sales presentes.

Luego se filtra y se procede a evaporar la solución hasta sequedad, sin llegar a ebullición.

En el fondo del recipiente quedan los cristales de sal.

### 3.4.1.3. Diseño del Pavimento Flexible

Para el diseño del pavimento flexible, se utilizó el método de ASSTHO 93, para determinar las capas de la estructura del pavimento.

#### ✓ Estudio de Tráfico:

El estudio de tráfico se hizo en la Av. Margarita del Centro Poblado Alto Trujillo, ya que es la avenida principal de mayor transitabilidad (ver Plano).

Con los datos obtenidos en el estudio de tráfico que se muestra en la siguiente Tabla N° 10, se realiza el cálculo de la demanda proyectada.

**Tabla 10**

*Tabla resumen del estudio de tráfico.*

DÍA	AUTO	CAMIONES		MICRO	CAMIÓN			TOTAL (Veh/día)
		Pick up	Combi		2E	3E	4E	
<b>PROM TOTAL IMDS</b>	22	10	16	13	19	7	0	87
<b>IMDA 2020</b>	25	11	18	15	21	8	0	97
<b>IMDA 2024</b>	30	13	22	18	25	9	0	116

*Fuente: Elaboración Propia*

Según la empresa ETNA dedicada al parque automotor, en su estudio realizado en la ciudad de Trujillo, presentan como incremento anual de vehículos una tasa de crecimiento  $T_c = 6.00\%$ .

**Tabla 11**

*Datos para el cálculo del IMDA.*

<b>CÁLCULO DEL IMDA</b>		
<b>IMDS</b>	87	Veh/día
<b>% CAMIONES</b>	29%	
<b>FACTOR DE CRECIMIENTO ESTACIONARIO Fe(%)</b>	12%	
<b>IMDA 2020</b>	97	Veh/día
<b>AÑO ACTUAL</b>	2020	
<b>INICIO DE EJECUCIÓN</b>	2024	
<b>PERIODO</b>	20	Años
<b>AÑO FINAL</b>	2044	
<b>TASA DE CRECIMIENTO (Tc)</b>	6%	
<b>IMDA 2024</b>	116	Veh/día

*Fuente:* Elaboración Propia

✓ **Cálculo de ejes equivalentes**

Luego de realizar el estudio de tráfico y obtener los datos del índice medio diario anual (IDMA), se procede a establecer el número de Ejes equivalentes (EE) de diseño para el pavimento flexible. Dependiendo del tipo de eje que presenta cada vehículo contabilizado en el estudio de tráfico, se calculó su respectivo eje equivalente de acuerdo a las fórmulas establecidas el Manual de Carreteras. (Tabla 10)

**Tabla 12**

*Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE)*

<b>Tipo de Eje</b>	<b>Eje Equivalente (EE<sub>s.2 tm</sub>)</b>
Eje simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.0}$
Eje simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [ P / 14.8 ]^{4.0}$
Eje Tandem (2 eje ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [ P / 15.1 ]^{4.0}$
Eje Tridem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [ P / 20.7 ]^{3.9}$
Eje Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [ P / 21.8 ]^{3.9}$


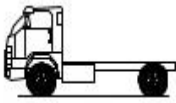
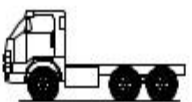
P = peso real por eje en toneladas

*Fuente:* Tablas Apéndice D de la guía AASHTO 93



**Tabla 13**

*Calculo de ejes equivalentes (EE)*

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD	CONFIGURACIÓN DE VEHÍCULO	DATO	EJE 1	EJE 2	EJE 3	TOTAL
PICK UP - COMBI - MICRO	82		Tipo de eje	Eje simple	Eje simple		
			Tipo de rueda	Rueda simple	Rueda simple		
			Carga (Ton)	2	2		
			Factor E.E.	0.008 EE	0.008 EE		<b>1.379 EE</b>
C2	25		Tipo de eje	Eje simple	Eje simple		
			Tipo de rueda	Rueda simple	Rueda doble		
			Carga (Ton)	7	10		
			Factor E.E.	1.265 EE	2.212 EE		<b>87.465 EE</b>
C3	9		Tipo de eje	Eje simple	Eje tandem		
			Tipo de rueda	Rueda simple	Rueda doble		
			Carga (Ton)	7	8	8	
			Factor E.E.	1.265 EE	0.079 EE	0.079 EE	<b>12.744 EE</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 14**

*Valores empleados para determinar (EE día-carril)*

Total de ejes equivalentes:	<b>101.59 EE</b>
Total de camiones	26
Factor de vehículo pesado (FVP):	3.97
IMDA:	116
Factor direccional (Fd):	<b>0.5</b>
Factor carril (Fc):	<b>1.0</b>
Factor de presión de neumáticos (Fp):	<b>1.36</b>
N° de calzadas	Una calzada
N° de sentidos	Dos sentidos
N° de carriles por sentido	Un carril

Fuente: Elaboración Propia

$$EE \text{ día-carril} = IMD_{pi} * Fd * Fc * Fvp_i * Fp$$

*Ecuación 7: Calculo de ejes equivalentes por tipo de vehículo*

IMD<sub>pi</sub>: Corresponde al índice medio diario según tipo de vehículo pesado seleccionado.

Fd: Factor direccional (tabla 12)

Fc: Factor carril de diseño (tabla 12)

Fvp: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado

Fp: Factor de presión de neumáticos (tabla 10)

*Resultados de EE día-carril:*

---

<b>EE día-carril:</b>	<b>299.19</b>
-----------------------	---------------

---

Posteriormente se calcula el número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn, para ello utilizaremos la siguiente formula:

$$\text{Nrep de EE}_{8,2 \text{ tn}} = \sum [\text{EE}_{\text{día-carril}} * \text{Fca} * 365]$$

*Ecuación 8: Calculo de numero de repeticiones de ejes equivalentes*

Donde:

Nrep de EE<sub>8,2 tn</sub>: Número de repeticiones de Ejes equivalentes

EE<sub>día-carril</sub>: Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño.

Fca: Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

$$\text{Fca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

*Ecuación 9: Factor de crecimiento acumulado*

r: Tasa anual de crecimiento

n: Período de diseño

*Resultados de Factor de crecimiento Acumulado(Fca):*

---

<b>Factor crecimiento acumulado (Fca):</b>	<b>36.79</b>
--	--------------

---

365: días del año

*Resultados del número de repeticiones de ejes equivalentes (Nrep):*

Nrep de EE8.2Ton:	<b>4017121.23 EE</b>
-------------------	----------------------

A continuación, presentamos los cuadros que nos brinda el Manual de Carreteras para efectuar el diseño de pavimento flexible acorde a las características de los vehículos contabilizados.

**Tabla 15**

*Factor de ajuste por presión de neumático (Fp) para ejes equivalentes (EE)*

Espesor de capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90 x (Presión de inflado de neumático) (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

**Tabla 16**

*Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
<b>1 Calzada (para IMDa total de la calzada)</b>	1 Sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 Sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 Sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 Sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 Sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 Sentidos	2	0.50	0.80	0.40
<b>2 Calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)</b>	2 Sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 Sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 Sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 Sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

**a. Criterios de diseño de pavimento flexible**

➤ **Según la mecánica de suelos**

El módulo de resiliencia se calcula como:

$$Mr = 2555 * (CBR)^{0.64}$$

*Ecuación 10: cálculo del módulo de resiliencia*

**Tabla 17**

*Datos de CBR y módulo de resiliencia de suelos para diseño de pavimento*

Capa	CBR	Mr
Base	85 %	43875.19
Sub base	65 %	36953.49
Subrasante	23 %	19006.26

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Criterios de diseño**

- Tipo tráfico pesado según EE: TP7

**Tabla 18**

*Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn, en el carril de diseño.*

<b>Tipos de Tráfico Pesado Expresado en EE</b>	<b>Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE</b>
TP5	>1'000.000 EE <= 1'500.000 EE
TP6	>1'500.000 EE <= 5'000.000 EE
TP7	>3'000.000 EE <= 5'000.000 EE
TP8	>5'000.000 EE <=7'500.000 EE
TP9	>7'500.000 EE <= 10'000.000 EE
TP10	>10'000.000 EE <= 12'5000.000 EE
TP11	>12'5000.000 EE <= 15'000.000 EE
TP12	>15'000.000 EE <= 20'000.000 EE
TP13	>15'000.000 EE <= 25'000.000 EE
TP14	>25'000.000 EE <= 30'000.000 EE

*Fuente:* Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

- Índice de servicialidad:

PSI final: 4

PSI inicial: 2.5

**Tabla 19**

*Índice de servicialidad inicial (Pi) según rango de tráfico.*

Tipo de Caminos	Trafico	Ejes equivalentes Acumulados		Índice de Servicialidad Inicial (Pi)
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750,001	1,000.000	4.00
<b>Resto de Caminos</b>	TP5	1,000.001	1,500.000	4.00
	TP6	1,500.001	3,000.000	4.00
	TP7	3,000.001	5,000.000	4.00
	TP8	5,000.001	7,500.000	4.00
	TP9	7,500.001	10,000.000	4.00
	TP10	10,000.001	12,500.000	4.00
	TP11	12,500.001	15,000.000	4.00
	TP12	15,000.001	20,000.000	4.20
	TP13	20,000.001	25,000.000	4.20
	TP14	25,000.001	30,000.000	4.20
	TP15		>30,000.000	4.20

*Fuente:* Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

**Tabla 20**

*Índice de serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico.*

<b>Tipo de Caminos</b>	<b>Tráfico</b>	<b>Ejes Equivalentes Acumulados</b>		<b>Índice de Serviciabilidad Final (PT)</b>
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	2.00
<b>Resto de Caminos</b>	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15		>30'000,000	3.00

*Fuente:* Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

- Nivel de confiabilidad, R: 85

**Tabla 21**

*Valores recomendados de nivel de confiabilidad para dos etapas de diseño de 10 años  
cada una según rango de tráfico*

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes		Nivel de Confiabilidad ( R )		
		Acumulados		1Era.Etapa	2Da. Etapa	Total (1)x(2)
				(1)	(2)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	81%	81%	65%
	TP1	150,001	300,000	84%	84%	70%
	TP2	300,001	500,000	87%	87%	75%
	TP3	500,001	750,000	89%	89%	80%
	TP4	750,001	1,000,000	89%	89%	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
	TP15	>30'000,000		97%	97%	95%

*Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)*



- Coeficiente estadístico de la Desviación Estándar Normal, Zr:

**Tabla 22**

*Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años). Según el nivel de confiabilidad seleccionado y rango de tráfico.*

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Desviación Estándar
				Normal (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
Resto de Caminos	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500.001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15	>30'000,000		-1.645

*Fuente:* Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

- Desviación Estándar Combinada (So: 0.45)

Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, los valores de So comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45

- Calidad del drenaje: Bueno (se sugiere realizar el ensayo de drenaje del material a utilizar para mayor precisión)

**Tabla 23**  
*Calidad del drenaje*

Calidad del Drenaje	Tiempo en que Tarda el Agua en Ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy Malo	El agua no evacua

*Fuente:* Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

- Coeficiente de drenaje: 1

**Tabla 24**  
*Valores recomendados del coeficiente de drenaje  $m_i$ . Para bases y subbases  
granulares no tratadas en pavimentos flexibles*

Calidad del Drenaje	P=% del Tiempo en que el Pavimento está Expuesto a Niveles de Humedad Cercano a la Saturación			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

*Fuente:* Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

- Coeficientes estructurales de las capas del Pavimentos

**Tabla 25**

*Coeficientes estructurales de las capas del pavimento ai*

Componente del Pavimento	Coefficiente	Valor Coeficiente Estructural $a_1$ (cm)	Observación
<b>Capa Superficial</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F).	$a_1$	0.170/cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de tráfico.
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.125/cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 1'000,000 EE.
Micropavimento 25 mm.	$a_1$	0.130/cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 1'000,000 EE.
Tratamiento Superficial Bicapa.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
Lechada asfáltica (slrry seal) de 12 mm.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
(*) no se considera por no tener aporte estructural.			
<b>Base</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS.	$a_2$	0.052/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq$ 10'000,000 EE.
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS.	$a_2$	0.054/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $>$ 10'000,000 EE.
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshal I= 1500 lb).	$a_{2a}$	0.115/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> ).	$a_{2b}$	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> ).	$a_{2c}$	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
<b>SubBase</b>			
SubBase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS.	$a_3$	0.047/cm	Capa de SubBase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico.

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

## ➤ PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño de la estructura de un pavimento flexible se basa en la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

*Ecuación 11: número acumulado de ejes equivalentes*

Donde:

W<sub>18</sub>: Numero acumulado de Ejes simples Equivalentes a 18000lb para el periodo de diseño.

M<sub>R</sub>: Modulo de resiliencia

Z<sub>r</sub>: Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z<sub>r</sub>)

S<sub>o</sub>: Desviación Estándar Combinada (S<sub>o</sub>)

PSI: Índice de serviciabilidad presente

SN: Numero estructural

Mediante el software “Ecuación AASHTO 93” el cual está basado en la ecuación mostrada anteriormente, se procede a calcular el número estructural (SN).

Este se obtiene ingresando los datos de serviciabilidad inicial y final, confiabilidad, módulo resiliente, desviación estándar y el número de ejes equivalentes.

En la siguiente imagen se muestra cómo se ingresan los valores de todos los criterios de diseño que es necesario para el software nos arroje un resultado.

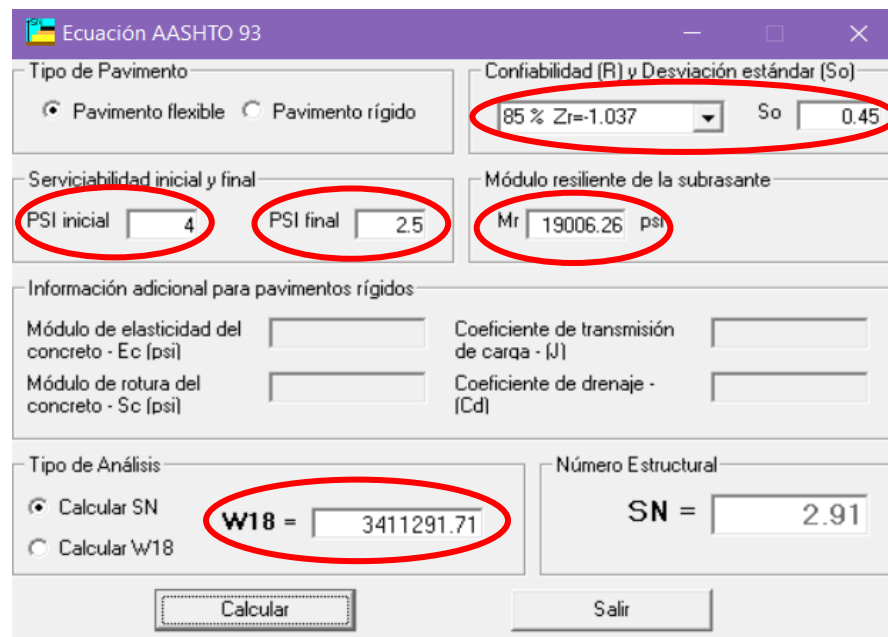


Figura 10. Cálculo del W18 en software según ecuación AASHTO 93

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente al cálculo del número estructural se realiza una verificación, la cual implica en el desarrollo de la ecuación básico del diseño de pavimento flexible. Si es que esta cumple por igualdad de miembros esto quiere decir que nuestro cálculo es el correcto, si en caso no lo hiciera debemos corregir los parámetros.

Luego definimos los espesores de cada capa del pavimento mediante una hoja de cálculo, de tal manera que al aplicar la formula por definición del número estructural sea igual al calculado en el software.

A continuación, la formula por definición que nos brinda el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

$a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ : coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

$d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ : espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

$m_1$ ,  $m_2$ : coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de la caracterización de la materia prima

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos de caracterización de las muestras de suelos estudiados.

**Tabla 26**

*Datos de granulometría y clasificación*

MUESTRA	GRAVAS	ARENAS	FINOS	CLASIFICACIÓN	
	(%)	(%)	(%)	SUCS	AASHTO
C-1	0.0	96.18	3.82	SP	A-3
C-2	0.0	96.21	3.79	SP	A-3
C-3	0.0	95.57	4.43	SP	A-3
C-4	0.0	96.25	3.75	SP	A-3
C-5	0.0	96.19	3.81	SP	A-3
C-6	0.0	96.07	3.93	SP	A-3
C-7	0.0	95.68	4.32	SP	A-3
C-8	0.0	96.20	3.80	SP	A-3

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 27**

*Datos de caracterización de suelos*

MUESTRA	HUMEDAD	SALES SOLUBLES
	(%)	(%)
C-1	1.00	0.08
C-2	1.30	0.07
C-3	1.20	0.07
C-4	0.90	0.06
C-5	1.00	0.09
C-6	0.90	0.05
C-7	1.00	0.08
C-8	0.90	0.06

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 28**

*Datos de análisis físicos de suelos con PET*

MUESTRA	DENSIDAD MÁXIMA DE SUELOS (g/cm <sup>3</sup> )			
	CANTIDAD DE PET(%)			
	0%	2.5%	5%	7.5%
C-1	1.62	1.68	1.36	1.23
C-2	1.62	1.68	1.36	1.23
C-3	1.62	1.68	1.36	1.23
C-4	1.62	1.68	1.36	1.23
C-5	1.62	1.68	1.35	1.23
C-6	1.62	1.68	1.35	1.23
C-7	1.62	1.68	1.36	1.23
C-8	1.62	1.68	1.36	1.23
<b>PROMEDIO</b>	1.62	1.68	1.36	1.23

Fuente: Elaboración Propia

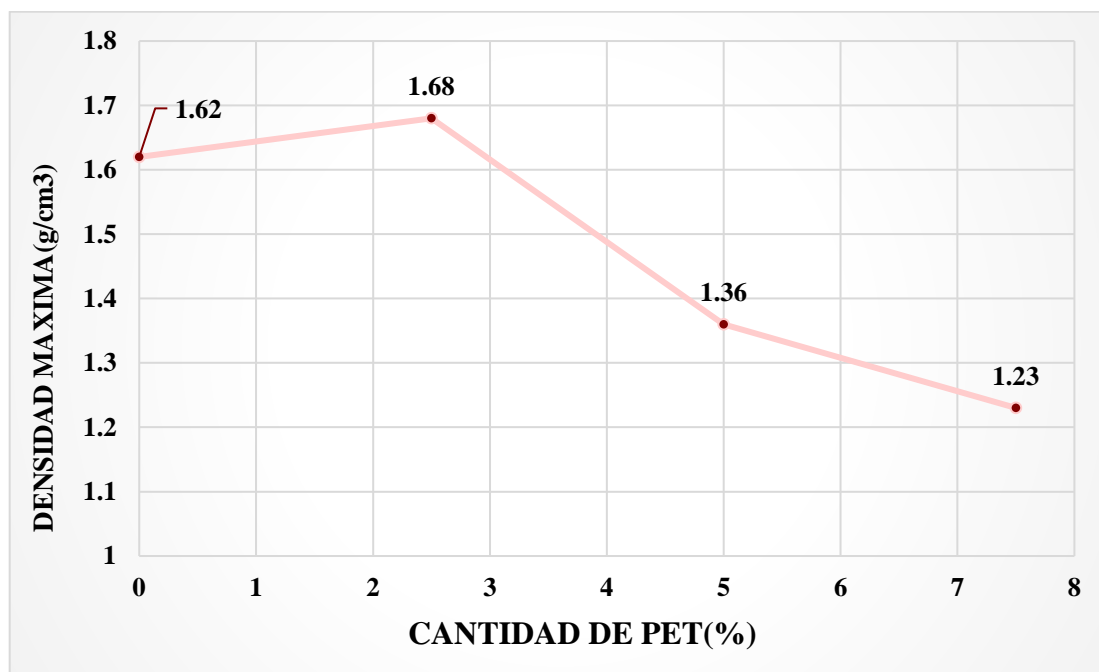


Figura 11. Resultados del ensayo de densidad máxima.

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. Resultados del ensayo de Índice de CBR

A continuación, se muestran los resultados del ensayo de índice de CBR a la muestra de suelo con distintas adiciones de polímero reciclado.

**Tabla 29**

*Datos de los ensayos de índice de CBR de la investigación.*

MUESTRA	CANTIDAD DE POLIMERO(%)			
	0%	2.5%	5%	7.5%
C-1	14	23	9.5	6.5
C-2	14	23	9.8	6.2
C-3	14	22	9.8	6.5
C-4	13.8	22	9.6	6.7
C-5	14.1	22	9.9	6.7
C-6	14.5	22	9.8	7.3
C-7	14	22	9.5	6.3
C-8	14.1	23	9.6	7
<b>PROMEDIO</b>	<b>14.1</b>	<b>22.4</b>	<b>9.7</b>	<b>6.7</b>

Fuente: Elaboración Propia

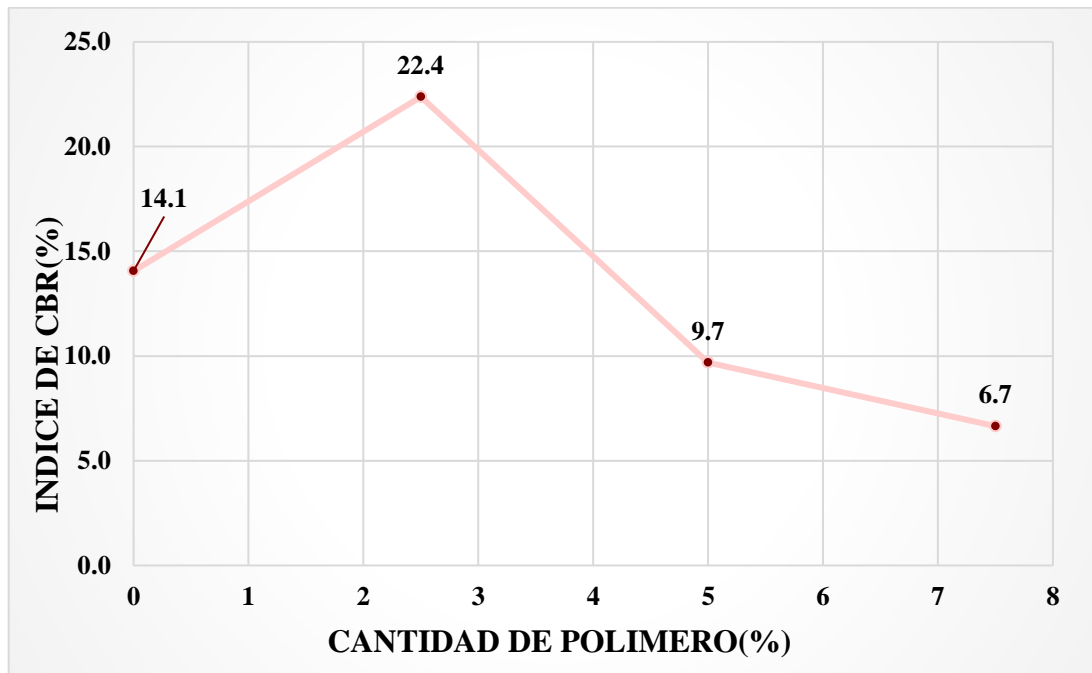


Figura 12. Resultados de índice de CBR de suelos con polímero.

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 30**

*Resultados del porcentaje de variación en el índice de CBR de suelos con polímero.*

PROPIEDAD	PORCENTAJE DE VARIACION			
CBR	0%	2.5%	5%	7.5%
	100	159.1	68.9	47.3

Fuente: Elaboración Propia

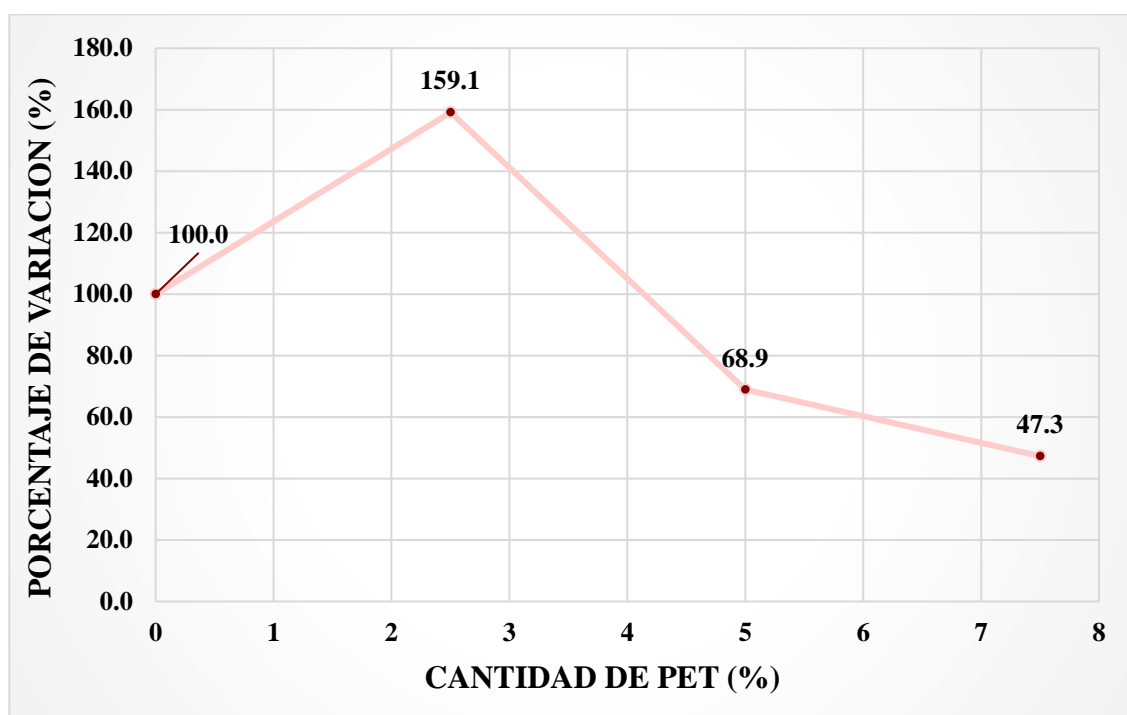


Figura 13. Porcentaje de variación del índice de CBR de suelos con polímero.

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3. Resultados del diseño de pavimento

**Tabla 31**

*Estructuración del pavimento*

<b>Coefficientes estructurales de capa</b>					
<b>Concreto asfáltico (a1)</b>	0.43 pulg				
<b>Base granular (a2)</b>	0.14 pulg $a1 > a2 > a3$				
<b>Subbase (a3)</b>	0.12 pulg				
<b>Coefficientes de drenaje de capa</b>					
<b>Base granular (m2)</b>	1.0				
<b>Subbase (m3)</b>	1.0				
<b>ALTERNATIVA</b>	<b>SNreq</b>	<b>SNresul</b>	<b>D1(cm)</b>	<b>D2(cm)</b>	<b>D3(cm)</b>
<b>1</b>	2.91	3.46	10	15	20
<b>2</b>	2.91	3.04	7.5	15	20

*Fuente:* Elaboración Propia

**Tabla 32**

*Diseño del pavimento*

<b>Alternativa 1: Mejor técnicamente</b>	
<b>Carpeta asfáltica</b>	4 pulg
<b>Base granular</b>	6 pulg
<b>Subbase</b>	8 pulg
<b>Alternativa 2: Mejor económicamente</b>	
<b>Carpeta asfáltica</b>	3 pulg
<b>Base granular</b>	6 pulg
<b>Subbase</b>	8 pulg

*Fuente:* Elaboración Propia

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 5.1. DISCUSION

#### ✓ Caracterización del suelo y clasificación AASHTO Y SUCS

El suelo fue extraído mediante la exploración de calicatas de manera alternada al lado izquierdo de las vías principales del Barrio I del Alto Trujillo, por medio de una excavación de 2 metros de profundidad.

Se trata de un suelo arenoso, donde la Tabla N° 26, resume los resultados de la caracterización y clasificación de las 8 muestras extraídas de las calicatas realizadas del material natural en el cual los anexos detallan los datos de los ensayos.

Se realizó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado donde se obtuvo como resultados el mismo tipo de suelo, clasificado como SP según SUCS y A-3 según AASHTO, considerados como suelos arenosos mal graduados.

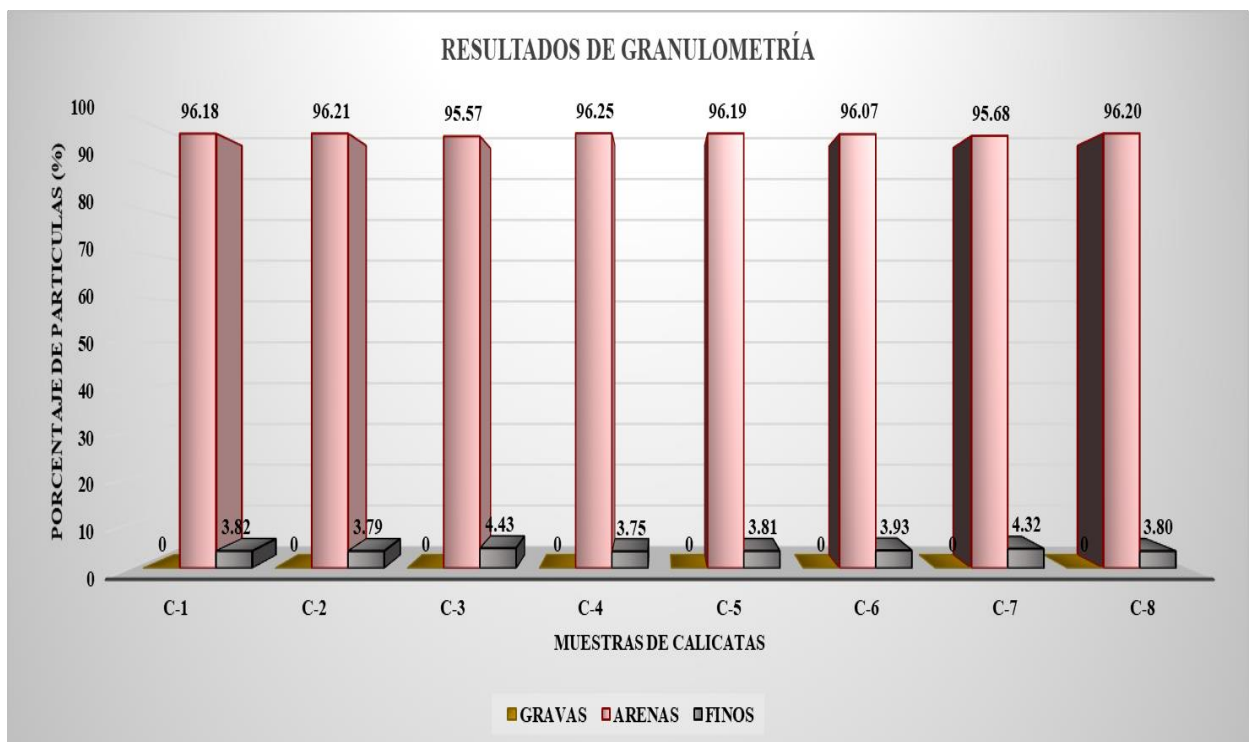


Figura 14. Análisis de resultados Granulométricos.

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Contenido de Humedad y Sales**

En la Tabla N° 27, se muestran los resultados del contenido de humedad para cada una de las ocho muestras extraídas del suelo del Barrio I del Alto Trujillo. La humedad del suelo presenta un rango que va del 0.9% al 1.3%, estos datos son utilizados para determinar la relación que hay entre el peso del agua y la masa del suelo respecto a las partículas sólidas del mismo.

Para el ensayo de Sulfatos solubles en agua presente en el suelo (% en peso) que se muestran en la Tabla N° 27, los rangos son insignificantes ya que se encuentra entre los intervalos de 0.00 y 0.01 según la NTP 339.152.

✓ **Densidad Máxima del suelo**

El Suelo presento una densidad máxima de  $1.62 \text{ g/cm}^3$  para las 8 calicatas estudiadas como se muestra en la figura 15, al agregarle como estabilizante el 2.5% de PET se incrementó la densidad máxima a  $1.68 \text{ g/cm}^3$  siendo este el valor más alto obtenido durante esta prueba de compactación.

A partir del 5% y el 7.5% de PET los valores de densidad máxima de los suelos se vieron perjudicados, obteniéndose  $1.36$  y  $1.23 \text{ g/m}^3$  respectivamente; siendo estos valores más bajos que los suelos sin agregado de polímero como estabilizante. Lo que indica que el exceso de polímero disminuye la capacidad de compactación y por ende no mejora el factor de empaquetamiento de los suelos arenosos.

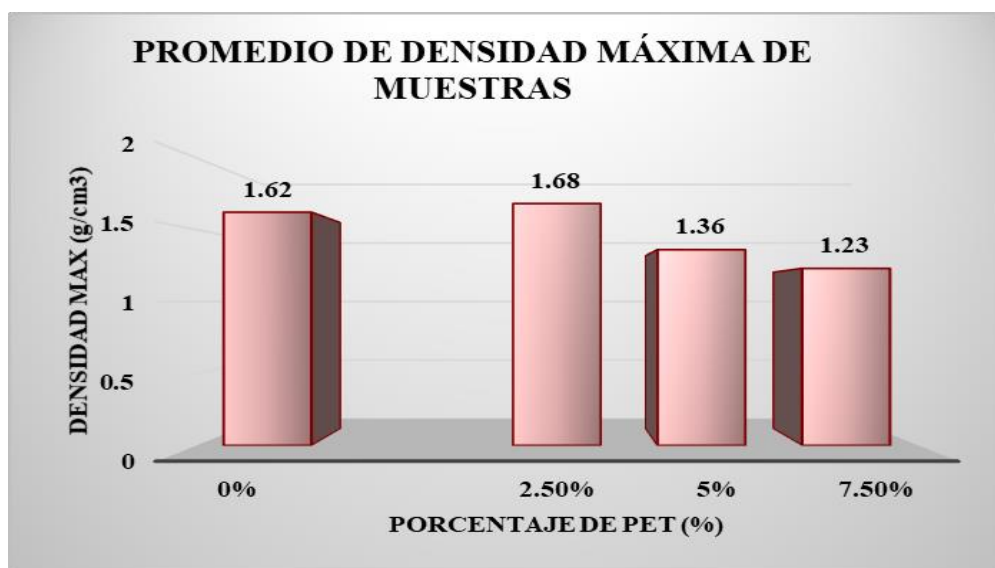


Figura 15. Análisis de resultados de la Densidad Máxima.  
Fuente: Elaboración Propia

✓ **Capacidad de soporte relativo CBR en muestras de sub-rasante**

Se realizó el ensayo de compactación de CBR de la sub-rasante sin la adición de las fibras PET recicladas al 95% de la máxima densidad seca, con la finalidad de garantizar las propiedades óptimas deseadas. En la Tabla N° 29 se muestran los resultados de los ensayos de las ocho calicatas. En la siguiente figura N° 16 se muestra los porcentajes de CBR que se encontraron. Los resultados obtenidos en las diferentes calicatas servirán de base para poder estimar el aumento del CBR respecto a los suelos con la adición de fibras PET.

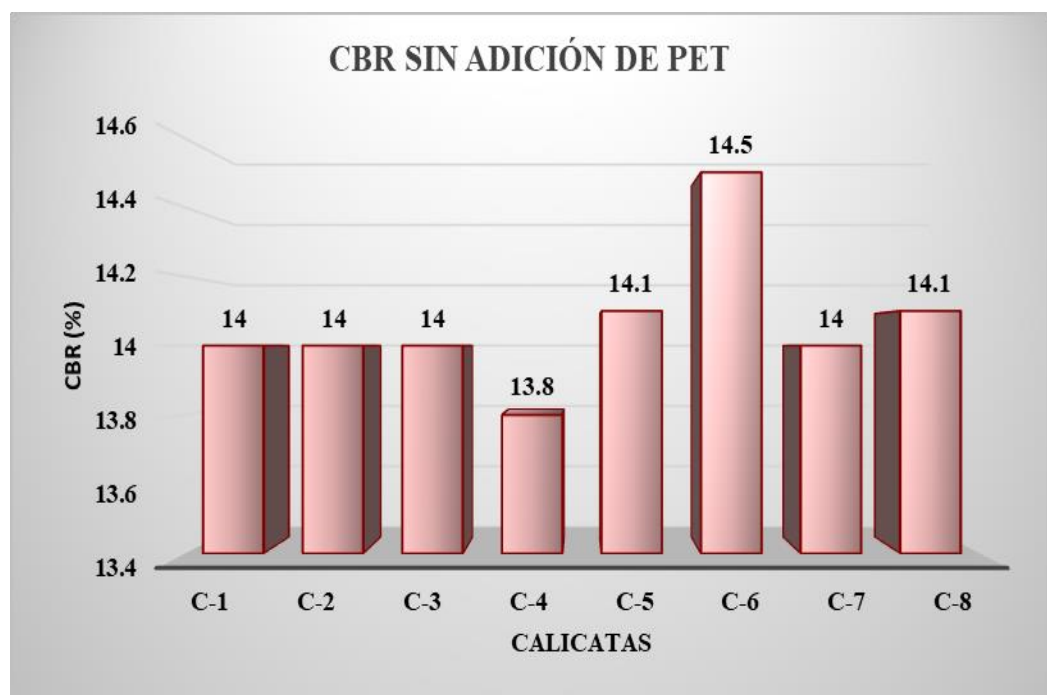


Figura 16. Análisis de resultados de CBR sin adición de fibras PET.

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Capacidad de soporte relativo CBR en muestras de sub-rasante con adición de fibras PET.**

En el punto anterior se mencionó, que este estudio se centró en las ocho calicatas, para las cuales se adicionó las fibras PET recicladas, en distintos porcentajes: 2.5%, 5% y 7.5%, para determinar la dosificación óptima de la adición de fibras PET.

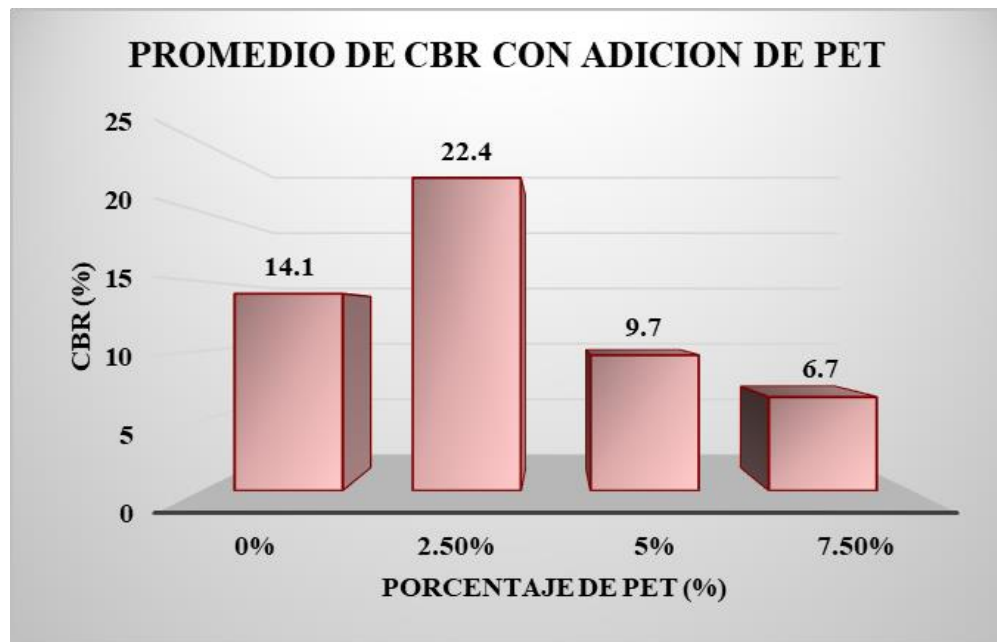


Figura 17. Análisis de resultados de CBR con la adición de fibras PET.  
Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a los ensayos de CBR, se logró determinar que se obtuvieron los valores más altos para las 8 muestras de suelo estudiadas cuando se mezcló con el 2.5% de fibras PET, obteniendo un valor promedio de 22.4% al 95% de la máxima densidad seca, es decir que mejoraron en un 59.1 % el valor de índice de CBR del suelo original que fue de 14.1%. mientras que para suelos con 5 y 7.5% de PET los valores de CBR promedios que se obtuvieron fueron de 9.7% y 6.7% respectivamente. Es decir que estos valores resultan ser solamente el 68.9% y 47.3% del valor de CBR del suelo original sin estabilizante.

Las fibras de polímero PET en cantidades adecuadas pueden servir como anclaje entre partículas de las arenas y también sirven como relleno de los espacios vacíos que dejan las arenas mal graduadas porque lo que esto se manifiesta como el incremento de la densidad y también el incremento del índice de CBR ya que, al existir menos porosidad, espacios vacíos o también considerados defectos, la resistencia de un material aumenta.

Pero el excesivo uso del polímero es perjudicial ya que en volumen suelen ser grandes cantidades en comparación con el suelo que se mezclara, por lo que estas fibras a estar sometidos a esfuerzos tienden a absorber grandes cantidades de energía de presión antes de fallar, debido a su gran elasticidad y su alto grado

de deformidad. Por lo que se manifiestan como bajos valores de esfuerzos puntuales compresivos para los suelos mezclados con 5 y 7.5% de PET.

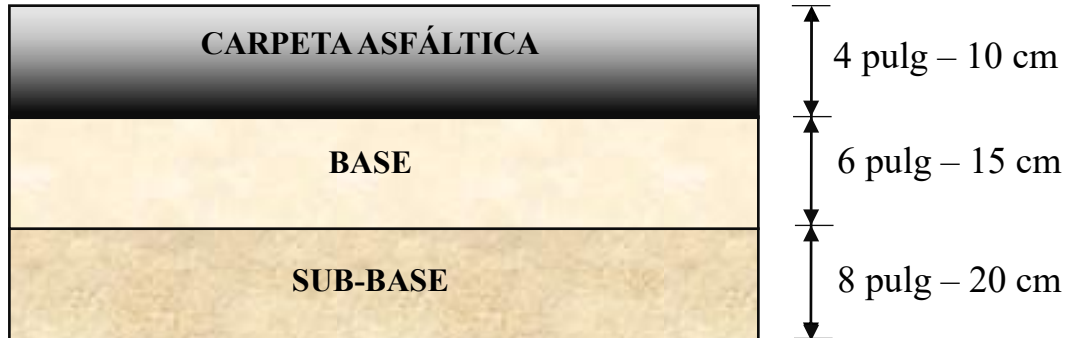
Por otro lado, en base a los estudios realizados por Vargas (2017), coincide con lo descrito en la investigación, la adición de fibras PET permite incrementar en gran porcentaje el valor de soporte de California de los suelos; sin embargo, dicha investigación también nos indica que para obtener los mejores resultados se debe tener en cuenta la forma de la fibra y la dosificación, ya que estos dos factores mal dimensionados podrían darnos resultados contrarios a los esperados.

✓ **Diseño del Pavimento.**

Luego de haber calculado el EAL de diseño, se continuo con el diseño del pavimento, los requisitos para el diseño del pavimento, como el índice de serviciabilidad inicial y final, el factor de confiabilidad, los que se obtuvieron mediante las tablas del Manual de Carreteras: Sección Suelos geología, geotecnia y Pavimentos.

Las propiedades mecánicas de los materiales de cada capa que componen al pavimento, como el CBR, el Módulo de Resiliencia, que se calcula a través del CBR, se señalan en la Tabla N°17 ; asimismo, de los datos encontrados se calculó el número estructural en el software cuyo nombre es ECUACIÓN AASHTO 93, detallado en la (Figura N° 10 ), el cual nos dio como resultado un número estructural de 2.91, lo cual nos indica que el número estructural del pavimento diseñado no debe ser menor a este número calculado. Antes de realizar los cálculos de los espesores de las capas que integran al pavimento, se establecen los coeficientes estructurales de drenaje de cada una de las capas, cuyos datos se obtuvieron de las tablas establecidas en el manual de carreteras. A partir de los datos obtenidos, se calculó los espesores del pavimento flexible; para su correcto diseño de los espesores, se corrobora que el número estructural (SN), superará el número estructural requerido ( $SN_{req}$ ) de 2.91, teniendo como resultados los siguientes valores para los espesores, capa asfáltica de 10 cm, capa base de 15 cm, capa sub base de 20 cm, y número estructural (SN) de 3.46, el cual es superior al número estructural requerido ( $SN_{req}$ ).

Por ultimo mediante el método AASHTO 93, se obtuvo un espesor de 50 cm de pavimento.



*Figura 18.* Espesores de la estructura del pavimento.

*Fuente:* Elaboración Propia



## 5.2. CONCLUSIONES

- ✓ Luego de haber realizado los ensayos experimentales en el laboratorio para determinar la influencia de la adición de fibras PET en la capacidad de soporte de la sub - rasante, se llegó a la conclusión que las fibras PET recicladas, incrementaron el índice de CBR, al agregar el 2.5% de fibras PET; por otro lado, al añadir el 5% y 7.5% de fibras PET, disminuyó el índice de CBR.
- ✓ Se logró adquirir las fibras de PET reciclado de 0.5 mm de diámetro y 20 mm de longitud de la empresa EL PIONERO INVERSIONES E.I.R.L, asimismo se logró extraer el material de las ocho calicatas de las vías principales del Barrio I, Alto Trujillo.
- ✓ Se logró realizar el estudio de la mecánica de suelos en estado natural, donde se evaluó las propiedades físicas, químicas, teniendo como resultado una arena mal graduada (SP) de clasificación SUCS y A-3 según AASHTO, con un promedio de 96.04% de arenas y un 3.96% de finos, de esta manera, se determinó que el suelo presente a lo largo de las vías principales es un suelo no cohesivo ya que presenta un mínimo porcentaje de finos. Así mismo, de los ensayos de contenido de humedad, los rangos de humedad se encuentran entre 0.90 % a 1.3%, obteniendo una humedad promedio de 1.03% a partir de las ocho calicatas realizadas, además se realizó el ensayo de sales soluble para determinar la cantidad de sales presentes el suelo del Alto Trujillo arrojando un valor promedio de 0.07% de sales solubles en el suelo arenoso.
- ✓ Se logró realizar el estudio de la mecánica de suelo-fibra, donde se evaluó las propiedades mecánicas, de los ensayos de Densidad Relativa, se obtuvo una densidad seca máxima de las ocho calicatas de suelo natural con un promedio de 1.62 gr/cm<sup>3</sup>, bajo una humedad óptima de 11% y con la adición de las fibras PET se obtuvo una densidad seca máxima de 1.68 gr/cm<sup>3</sup>, bajo una humedad óptima de 11% los cuales son fundamentales para alcanzar las propiedades óptimas deseadas.
- ✓ Se logró evaluar que el porcentaje óptimo de fibras PET, el cual fue de 2.5% para el mejoramiento de la sub-rasante, hizo que el CBR aumentará en un 59.1% con respecto al 100% de la capacidad de soporte del suelo natural.

- ✓ Se logró realizar el diseño de pavimento donde se obtuvo las siguientes características de las capas del pavimento: carpeta asfáltica: 4 pulg, base granular: 6 pulg, subbase: 8 pulg.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda hacer una investigación de lugares donde se comercialice el PET reciclado para su aplicación en estudios referentes a la ingeniería, además de evaluar los costos de estas.
- ✓ Se recomienda investigar sobre la aplicación del ensayo de densidad relativa como un equivalente al ensayo de Proctor para suelos granulares.
- ✓ Se recomienda complementar el estudio de investigación modificando las cantidades del PET, valores menores al 2.5% para determinar la tendencia y el efecto que se tendría en este tipo de suelo.
- ✓ Se recomienda evaluar en investigaciones futuras como influiría el tamaño de la fibra en la capacidad de soporte de suelos durante su estabilización.
- ✓ Se recomienda realizar pruebas de permeabilidad para conocer el efecto de las fibras en la permeabilidad de los suelos ya que muchas veces los suelos estarán en contacto con agua durante su puesta en servicio.

## REFERENCIAS

- Alarcón, C., & Zamalloa, J. (2016). *Análisis de la Capacidad de Soporte (CBR) de la Sub Base para Pavimentos Flexibles Estabilizada con Termoplástico Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)* (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.
- Arquíé, G. (1978). *Compactación en carreteras y aeropuertos*. España: Editores Técnicos Asociados, S.A. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=fnVcA2n4I0oC&pg=PR6&dq=definici%C3%B3n+de+cbr&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj3pYClqKnnAhV1IrkGHffDtYQ6AEIMjAB#v=onepage&q=definici%C3%B3n%20de%20cbr&f=false>
- Beltrán, M., Marcilla, A., (2012). *Tecnología de polímeros: Procesado y propiedades*. España: Diazotec, S.A. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?id=jxilUUn4\\_QAC&printsec=frontcover&dq=Tecnolog%C3%ADa+de+pol%C3%ADmeros:+Procesado+y+propiedades&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwi5vCfw6fnAhVOGLkGHSLFBkkQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=jxilUUn4_QAC&printsec=frontcover&dq=Tecnolog%C3%ADa+de+pol%C3%ADmeros:+Procesado+y+propiedades&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwi5vCfw6fnAhVOGLkGHSLFBkkQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false)
- Braja, M. (2013). *Fundamentos de ingeniería Geotécnica* (4ta Ed). México: CENGAGE Learning.
- CE 0.10. (2010). *Pavimentos Urbanos*. Lima.
- Crespo, C. (2011). *Mecánica de suelos y Cimentaciones* (6ta Ed). México: Limusa
- EFE. (viernes, 31 de enero, 2020). Perú solo recicla aún el 4 % de las 900.000 toneladas de plástico que desecha. *La Prensa*. Recuperado de <https://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-peru-solo-recicla-aun-4-900000-toneladas-plastico-que-desecha-reciclaje-medio-ambiente-nnda-nnrt-95678>
- García, J. (2015). *Diseño de pavimentación en la habilitación urbana las dunas de Lambayeque*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, Perú.
- Germán, P. (2015). *Estabilización de Loess con silicato para uso vial* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Córdoba, Argentina.
- Gil, E, Núñez, I. (2018). *Influencia de la Adición de Fibras de PET Reciclado Sobre la Resistencia, Cohesión y Angulo de Fricción Interna de Suelos Arcillosos Aplicado*

- a la Estabilidad de Taludes*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación (6ta Ed)*. México: Mc GRAW W-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Laica, J. (2016). Influencia de la Inclusión de Polímero Reciclado (caucho) en las Propiedades Mecánicas de una Sub Base. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- López, L. (2015). *Determinación de Características Físicas y Propiedades Mecánicas de un Suelo Areno Limoso Estabilizado con Cemento UG y Cemento ARI*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad De San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3684/1/Ludwing%20Benjamin%20L%C3%B3pez%20Manrique.pdf>
- Manual de carretera. (2003). *Volumen N°8 Especificaciones y métodos de muestreo, ensayo y control*. Chile.
- Menéndez, J. 2012. *Ingeniería de Pavimentos materiales diseño y conservación* (3era Ed). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. En Sección Suelos y Pavimentos. Lima.
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras. En Diseño Geométrico (DG-2018)*. Lima.
- Montejo, Alfonso. (2002). *Ingeniera de Pavimentos para Carreteras* (2<sup>da</sup> ed). Colombia. Universidad Católica de Colombia.
- Musas, F. (2007). *Mecánica de suelos y cimentaciones Vol.I* (1era Ed). Madrid, España: Progeotec, S.A.
- Ramírez, W, Zavaleta, R. (2017). *Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI C - El Milagro Trujillo – La Libertad*. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Recuenco, E., 2017. *Firmes y pavimentos de carreteras y otras infraestructuras* (2da Ed). Madrid, España: Garceta.
- Reyes, F., Rondón, H., (2015). *Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño*. Bogotá, Colombia: Macro EIRL.

- Rodríguez Rincón, Edgar, Rondón Quintana, Hugo Alexander, Vélez Pinzón, Diana Marcela, & Aguirre Aguirre, Leidy Carolina. (2006). *Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el CBR de un material granular tipo subbase*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 5(9), 21-30.
- Romero, R; Sañac C. (2016). *Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la urb. san judas chico – Cusco (tesis de pregrado)*. Universidad Andina de Cuzco, Perú.
- Ruiz, M, & Rodríguez, J. (2016). *Comparación técnico – económica del uso de pavimento rígido y pavimento flexible en Nicaragua*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Unan-Managua, Nicaragua.
- Sánchez, F., y Campagnoli, S. (2016). *Pavimentos Asfálticos de Carreteras: Guía práctica para los estudios y diseños (1era Ed)*. Bogotá, Colombia: Escuela colombiana de Ingeniería.
- Saravia, P, Vejarano, F. (2019). *Influencia de la Adición de Policloruro de Vinilo Reciclado Sobre la Compactación, Capacidad de Soporte y Resistencia a la Abrasión de un Material Granular Para Capa Base del Pavimento Flexible de la Carretera Huanchaco – Santiago de Cao*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Tapia, M. (s.f.). *Pavimentos*. Recuperado de <https://www.elsolucionario.org/pavimentosmiguelangelatapiagarciaunam-1ra-edicion/>
- Unidad de Evolución de la Red Vial Nacional, (2011). *Importancia de la Geotecnia Vía*. Obtenido de <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/50625112500/360/11.pdf?sequence=1>.
- Valle, W. (2010). *Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralización en ambientes sulfatados o yesíferos (tesis de Master)*. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Vargas, N. (2017). *Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil).

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental.  
Huancayo, Perú.

Vettorelo, Paula & Clariá, Juan. (2014). *Suelos Reforzados con Fibras: Estado del Arte y Aplicaciones*. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 1. 27-34.  
Recuperado de  
[https://www.researchgate.net/publication/273763093\\_Suelos\\_Reforzados  
\\_con\\_Fibras\\_Estado\\_del\\_Arte\\_y\\_Aplicaciones](https://www.researchgate.net/publication/273763093_Suelos_Reforzados_con_Fibras_Estado_del_Arte_y_Aplicaciones)

Villalobos, F. (2016). *Mecánica de Suelos*. UCSC y OyP.  
<https://books.google.com.pe/books?id=1ALpDwAAQBAJ&pg=PA70&dq=ensayos+de+densidad+relativa+para+suelos&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjzwyBy4juAhV9LLkGHQJpCdEQ6AEwAXoECA YQAg#v=onepage&q=ensayos%20de%20densidad%20relativa%20para%20suelos&f=false>

# ANEXOS



# **ANEXO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)**

## 1.1. ANÁLISIS DE VARIANZA ESTADÍSTICA

### Datos previos

#### a. Grados de libertad

Grado de libertad de la variable (A)

$$G.L. = a - 1$$

Donde

a = Número de niveles de la variable (A)

#### b. Nivel de significancia

La significancia se trabajó con un 95% como nivel de confianza ( $\alpha = 0.05$ ), un intervalo que nos permiten aproximar.

#### c. Criterio de rechazo

La hipótesis alterna ( $H_1$ ) se acepta si  $F_0 > f_{\alpha; v1}$ ,

$$v1 = a - 1$$

donde:

a = Número de niveles

n = Número de replica

#### d. Análisis de varianza y F de Fisher

Cálculo del termino de corrección

$$C = \frac{Y^2}{N}$$

Cálculo de la suma de totales cuadrados

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - C$$

Cálculo de la suma de cuadrados debido a los tratamientos

$$SS_{TRAT} = \frac{\sum_{i=1}^a Y_i^2}{n} - C$$

Cálculo de la suma de cuadrados debido al error

$$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$$

Cálculo de la medida de la suma de cuadrados debido a los tratamientos

$$MS_{TRAT} = \frac{SS_{TRAT}}{a - 1}$$

Cálculo de la media de la suma de cuadrados debido al error

$$MS_E = \frac{SS_E}{(N - a)}$$

Cálculo de la función  $F_0$

$$F_0 = \frac{MS_{TRAT}}{MS_E}$$

### C.5. Análisis de confiabilidad

#### Regla de decisión

$$F_{\text{Experimental}} > T_{\text{teórico}}$$

Si Fisher  $\leq$  Valor de tabla, se acepta la  $H_0$

Si Fisher  $\geq$  Valor de tabla, se acepta la  $H_1$

Datos previos

$H_1$ : Hipótesis alterna

$H_0$ : Hipótesis nula

La significancia debe pasar los  $\alpha = 0.05$  para que se acepta la hipótesis

### Análisis de varianza de diseño monofactorial

Presentamos el siguiente análisis de varianza, por ser el problema de investigación de diseño monofactorial.

## b.1 Resumen de análisis de varianza y prueba F

**Tabla 33**

*Datos para análisis de Anava para el ensayo de índice de CBR de suelos con PET.*

		<b>CANTIDAD DE PET</b>				
Porcentajes	Calicatas	0%	2.5 %	5 %	7.50%	
		<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>	<b>a4</b>	<b>SUMA B</b>
	<b>C1</b>	14.00	23.00	9.50	6.50	
	<b>C2</b>	14.00	23.00	9.80	6.20	
	<b>C3</b>	14.00	22.00	9.80	6.50	
	<b>C4</b>	13.80	22.00	9.60	6.70	
	<b>C5</b>	14.10	22.00	9.90	6.70	
	<b>C6</b>	14.50	22.00	9.80	7.30	
	<b>C7</b>	14.00	22.00	9.50	6.30	
	<b>C8</b>	14.10	23.00	9.60	7.00	
	<b>SUMA A</b>	<b>112.50</b>	<b>179.00</b>	<b>77.50</b>	<b>53.20</b>	
		<b>112.50</b>	<b>179.00</b>	<b>77.50</b>	<b>53.20</b>	<b>422.20</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

### Análisis de varianza y F de Fisher

Cálculo del termino de corrección

$$C = \frac{Y^2}{N} = 1121.32$$

Cálculo de la suma de totales cuadrados

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - C = 1121.32$$

Cálculo de la suma de cuadrados debido a los tratamientos

$$SS_{TRAT} = \frac{\sum_{i=1}^a Y_i^2}{n} - C = 1124.56$$

Cálculo de la suma de cuadrados debido al error

$$SS_E = SS_T - SS_{TRAT} = 3.24$$

Cálculo de la medida de la suma de cuadrados debido a los tratamientos

$$MS_{TRAT} = \frac{SS_{TRAT}}{a - 1} = 373.77$$

Cálculo de la media de la suma de cuadrados debido al error

$$MS_E = \frac{SS_E}{(N - a)} = 0.12$$

Cálculo de la función  $F_0$

$$F_0 = \frac{MS_{TRAT}}{MS_E} = 3227.64$$

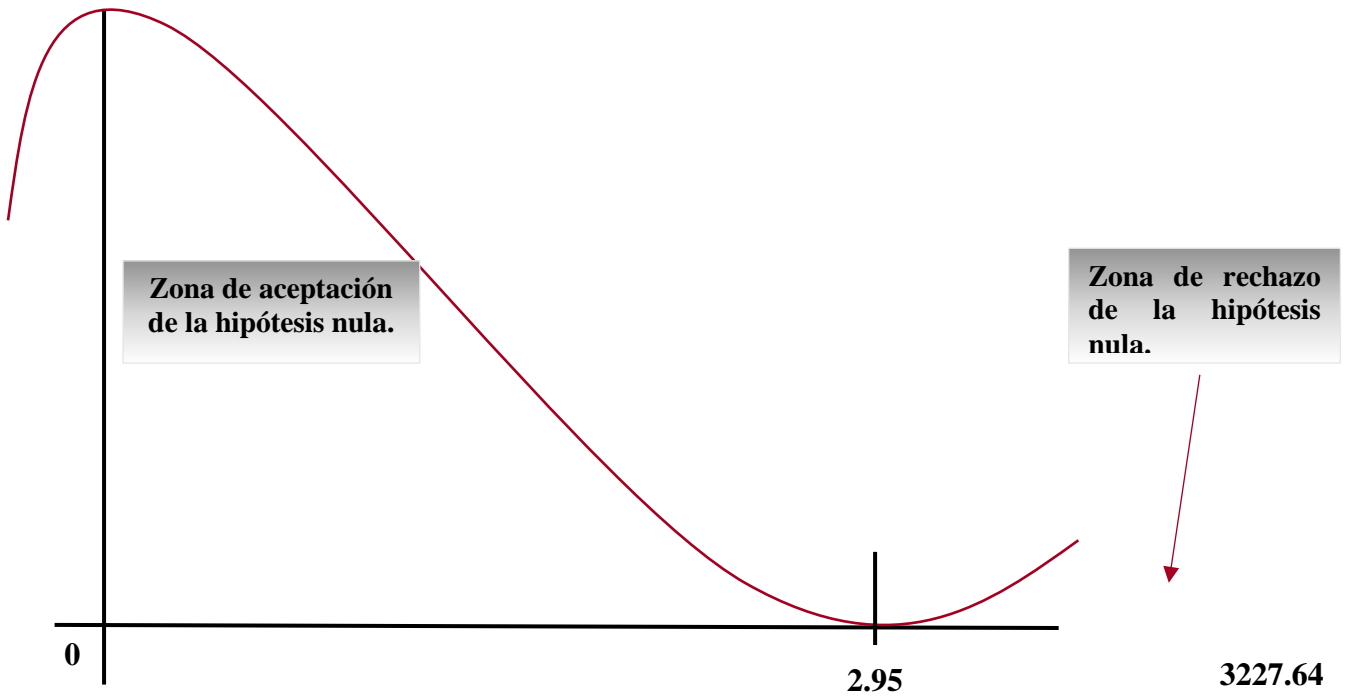
### Tabla 34

*Análisis de varianza de los resultados experimentales del índice de CBR*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media de cuadrados</b>	<b><math>F_0</math> (observado)</b>	<b><math>F_{TABULAR}</math></b>
<b>A</b>	3	1121.32	373.77	<b>3227.64</b>	<b>2.95</b>
<b>Error</b>	28	3.2	0.12		
<b>Total</b>	31	1124.56	373.89		

*Fuente:* Elaboración Propia

Debido a que  $F_{exp} = 3227.64$  es mayor que  $F_0$  teórico = 2.95, podemos concluir que la cantidad de cantidad de PET influye significativamente en la capacidad de soporte de los suelos durante la estabilización.



## **ANEXO 2. ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN**



PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: MATERIAL IN SITU**

**Sondaje: -**

**CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME**

**Muestra: UNICA**

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

### Granulometría de Calicata N° 1

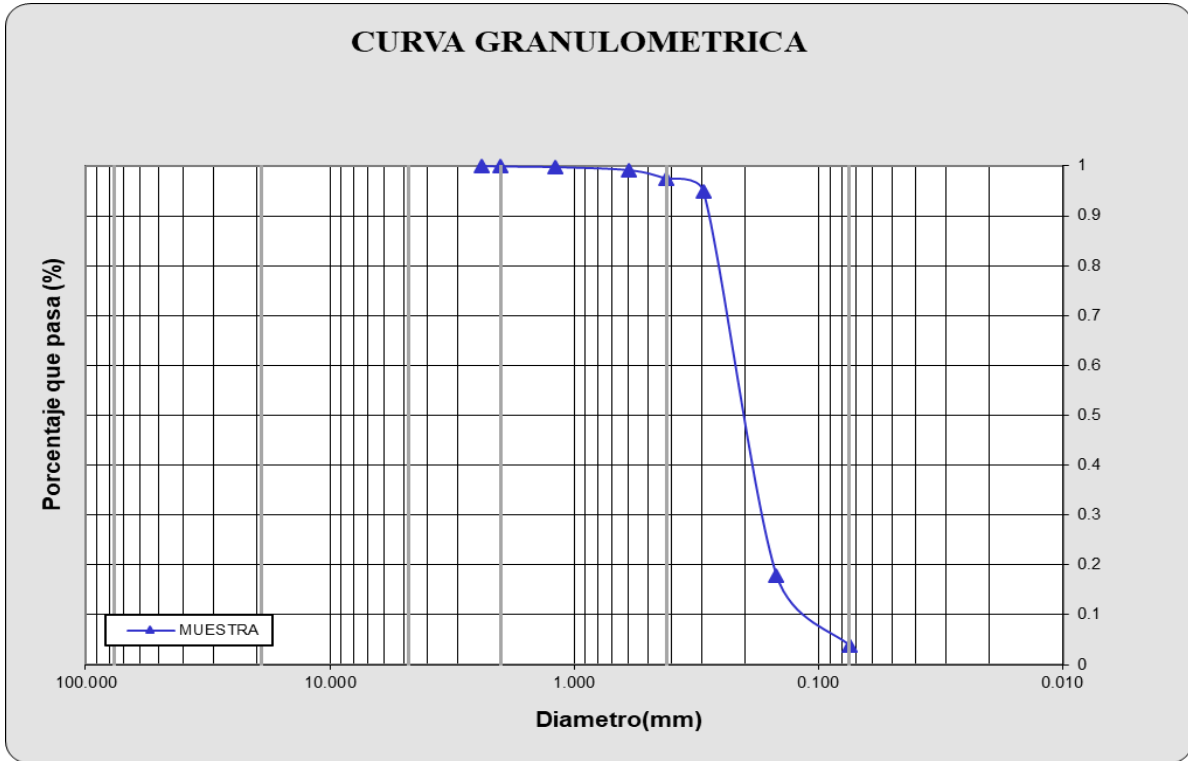
Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones				OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado(gr)		7.65		Límites				Tamaño Máximo:	No 8
Peso Tamizado (gr)		192.35		Superior		Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA	Peso	%	% Ret	%	%	%	%	Limite Liquido:	NP
Pulg/m	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plástico:	NP
								Límite Contracción:	de NP
2"	50.800							Índice Plasticidad:	de NP
1 1/2"	38.100								
1"	25.400							<b>Porcentaje en muestra:</b>	
3/4"	19.050							% Grava (3" a #3/8):	<b>0.00%</b>
1/2"	12.700							% Arena (#4 a #200):	<b>96.18%</b>
3/8"	9.525							% Finos (Menor a #200):	<b>3.83%</b>
No 4	4.750								
No 8	2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			<b>Características Granulométricas:</b>	
No 10	2.000	0.15	0.08%	0.08%	99.93%			<b>D60: (mm):</b>	0.23
No 16	1.191	0.26	0.13%	0.21%	99.80%			<b>D50: (mm):</b>	0.21
No 30	0.595	1.23	0.62%	0.82%	99.18%			<b>D30: (mm):</b>	0.17
No 40	0.420	3.40	1.70%	2.52%	97.48%			<b>D10: (mm):</b>	0.11
No 50	0.296	5.23	2.62%	5.14%	94.87%			<b>Cu:</b>	<b>2.09</b>
No 100	0.149	153.92	76.96%	82.10%	17.91%			<b>Cc:</b>	<b>1.14</b>
No 200	0.075	28.16	14.08%	96.18%	3.83%			<b>Clasificación:</b>	



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



Plato	7.65	3.83%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	SUCS:	SP
Sumatoria	200.00	100.00%			1.0	AASHTO:	A-3 [ 0 ]



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.P. N° 197384

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

MUESTRA : C-1

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020

No.	<i>Wh</i> +	<i>Ws</i> +	<i>W</i>	<i>W</i>	<i>Ws</i>	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
	CRISTAL	CRISTAL	AGUA	CRISTAL			
	(grs)	(grs)	(grs)	(grs)			
<b>1</b>	111.89	111.47	0.42	66.89	44.58	0.9	
<b>2</b>	100.36	99.94	0.42	54.24	45.7	0.9	1.0
<b>3</b>	105.24	104.82	0.42	66.39	38.43	1.1	



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

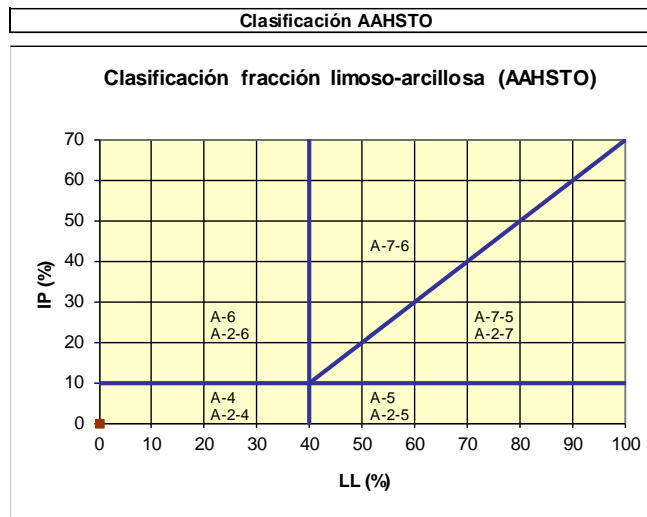
### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

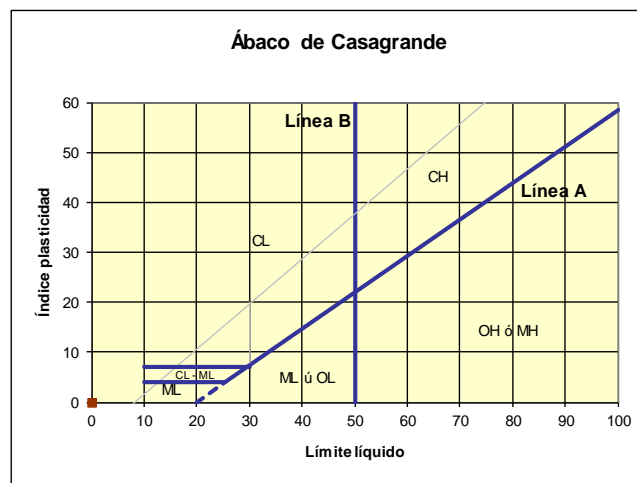
MUESTRA : C-1

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-3 Arena fina**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  
**Arena mal graduada SP**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384


## PERFIL ESTRATIGRAFICO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA JAMILET

**UBICACIÓN:** ALTO TRUJILLO - BARRIO I

**MUESTRA:** Calicata N° 1

<b>Método de excavación:</b> Manual		<b>Fecha:</b> Setiembre del 2020	<b>Largo</b> : 1.00 m.	<b>Perforación Calicata</b>			
<b>Superficie :</b> Plana		<b>Fondo</b> : 2.00 m.	<b>Ancho</b> : 1.00 m.	<b>C - 1</b>			
		<b>Nivel Freático</b> : NP	<b>Profundidad</b> : 2.00 m.				
Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
0.10			Terreno Natural	S/M			
2.00	SP		Arena mal graduada con poco o nada de material fino; 3.83% de finos que pasa la malla n° 200, 0.00% de gravas y 96.18% de arenas, material de color beige. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A 3 (0), con una humedad de 1.00%, no presenta límites de Atterberg ya que la muestra cuenta un valor menor al 5% de finos requeridos.	M-1	Mab Mib	0.10-2m	
Mab = muestra en bolsa		Mis = muestra en shelby					
Mib = muestra en bloque		Dn = densidad natural					



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: MATERIAL IN SITU**

**Sondaje: -**

**CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME**

**Muestra: UNICA**

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

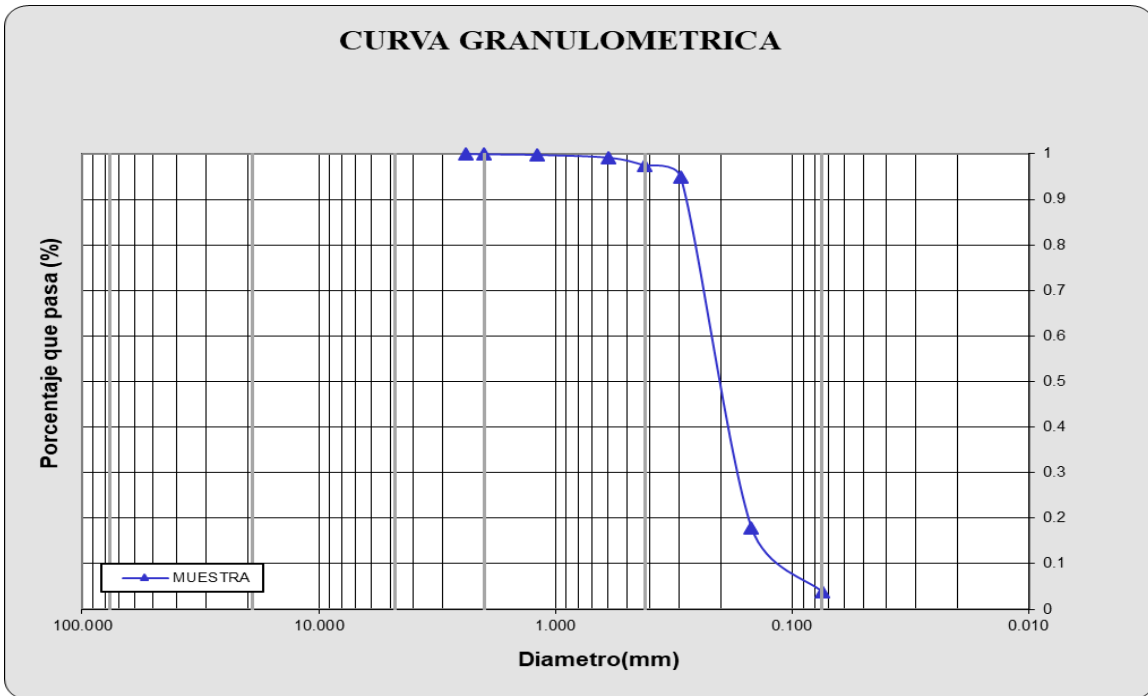
### Granulometría de Calicata N° 2

Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones			OBSERVACIONES:		
Pérd. por lavado(gr)		7.58		Límites			Tamaño Máximo: No 8		
Peso Tamizado (gr)		192.42		Superior		Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido:	NP
Pulg/malla		mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plástico: NP
								Límite de Contracción: NP	
2"		50.800							Índice de Plasticidad: NP
1 1/2"		38.100							
1"		25.400							<b>Porcentaje en muestra:</b>
3/4"		19.050							% Grava(3"a#3/8): 0.00%
1/2"		12.700							% Arena(#4a#200): 96.21%
3/8"		9.525							% Finos (Menor a #200): 3.79%
No 4		4.750							
No 8		2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			<b>Características Granulométricas:</b>
No 10		2.000	0.13	0.07%	0.07%	99.94%	D60: (mm): 0.23		
No 16		1.191	0.26	0.13%	0.20%	99.81%	D50: (mm): 0.21		
No 30		0.595	1.25	0.63%	0.82%	99.18%	D30: (mm): 0.17		
No 40		0.420	3.42	1.71%	2.53%	97.47%	D10: (mm): 0.11		
No 50		0.296	5.23	2.62%	5.15%	94.86%	Cu: 2.09		
No 100		0.149	154.00	77.00%	82.15%	17.86%	Cc: 1.14		



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

<b>No 200</b>	0.075	28.13	14.07%	96.21%	3.79%		<b>Clasificación:</b>
<b>Plato</b>	7.58	3.79%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	SUCS:	<b>SP</b>
<b>Sumatoria</b>	200.00	100.00%		<b>1.30</b>	AASHTO:	<b>A-3</b>	<b>( 0 )</b>





**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

MUESTRA : C-2

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020

No.	Wh +	Ws +	W	W	Ws	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
	CRISTAL (grs)	CRISTAL (grs)	AGUA (grs)	CRISTAL (grs)			
1	98.45	98.06	0.39	65.45	32.61	1.2	
2	86.49	86.01	0.48	50.47	35.54	1.4	1.3
3	89.45	88.97	0.48	56.24	32.73	1.5	



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

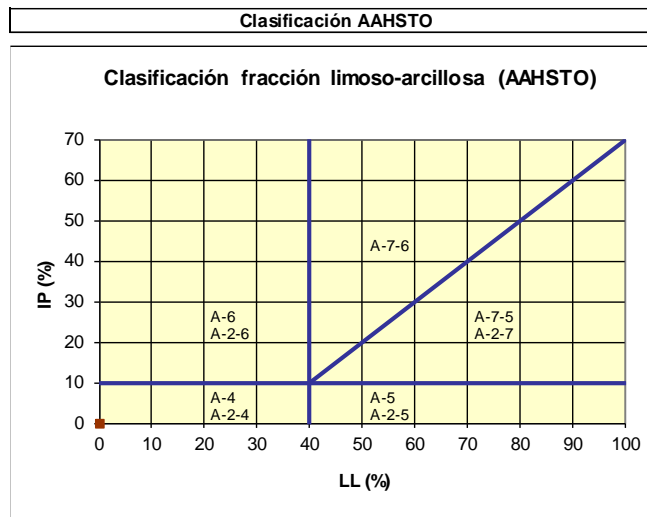
### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

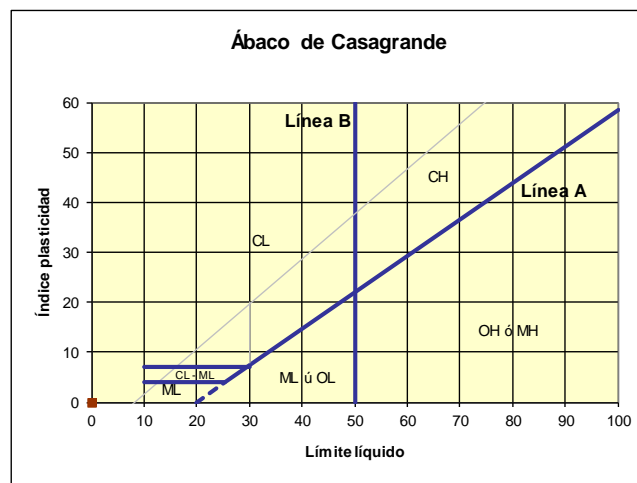
MUESTRA : C-2

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-3 Arena fina**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  
**Arena mal graduada SP**

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384




## PERFIL ESTRATIGRAFICO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

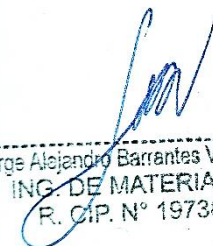
**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA JAMILET

**UBICACIÓN:** ALTO TRUJILLO - BARRIO I

**MUESTRA:** Calicata N° 2

<b>Método de excavación:</b> Manual		<b>Fecha:</b> Setiembre del 2020	<b>Largo</b> : 1.00 m.	<b>Perforación Calicata</b>			
<b>Superficie :</b> Plana		<b>Fondo</b> : 2.00 m.	<b>Ancho</b> : 1.00 m.	<b>C - 2</b>			
		<b>Nivel Freático</b> : NP	<b>Profundidad</b> : 2.00 m.				
Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
0.10			Terreno Natural	S/M			
2.00	SP		Arena mal graduada con poco o nada de material fino; 3.79% de finos que pasa la malla n° 200, 0.00% de gravas y 96.21% de arenas, material de color beige. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A 3 (0), con una humedad de 1.30%, no presenta límites de Atterberg ya que la muestra cuenta un valor menor al 5% de finos requeridos.	M-1	Mab Mib	0.10-2m	
<b>Mab = muestra en bolsa</b> <b>Mis = muestra en shelby</b> <b>Mib = muestra en bloque</b> <b>Dn = densidad natural</b>							



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384



PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: MATERIAL IN SITU**

**Sondaje: -**

**CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME**

**Muestra: UNICA**

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

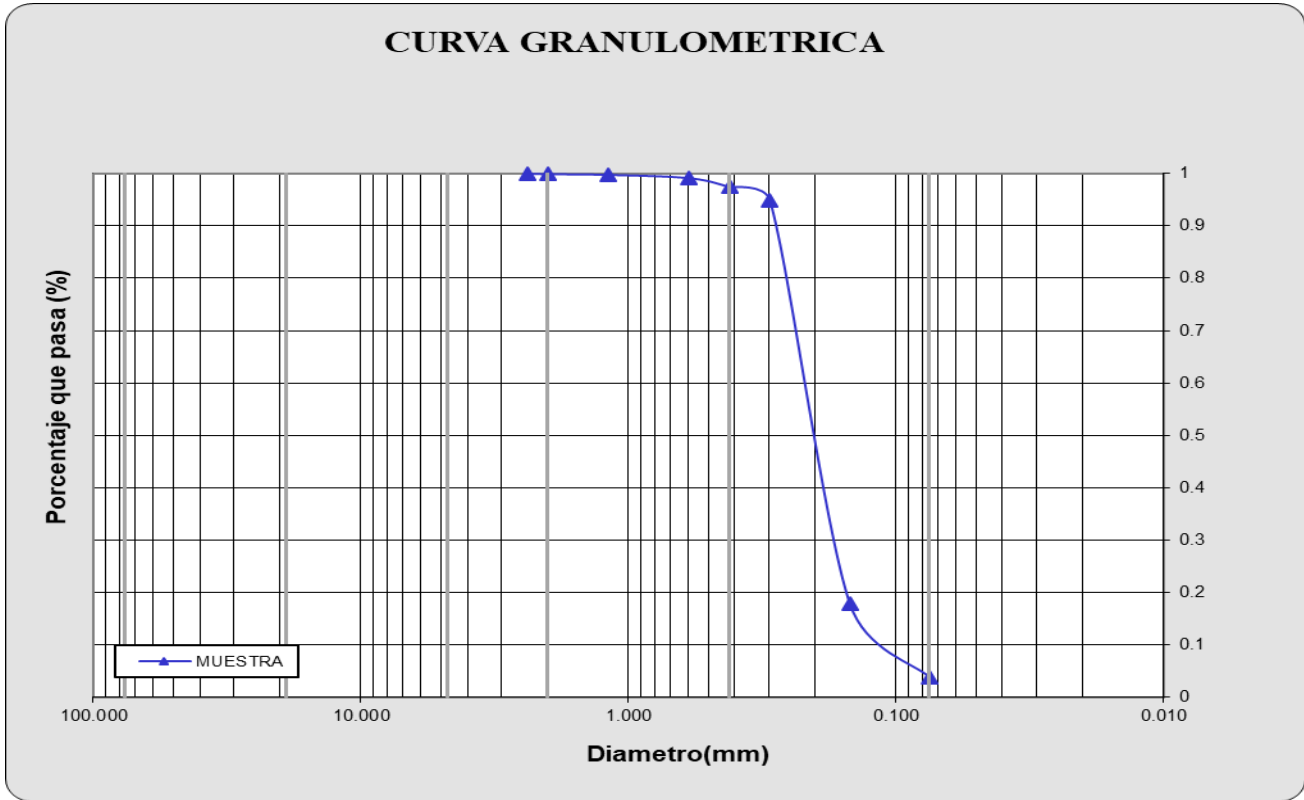
*Granulometría de Calicata N° 3*

Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones			OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado(gr)		8.86		Límites			Tamaño Máximo:	No 8
Peso Tamizado (gr)		191.14		Superior	Inferior	Límites de Consistencia:		
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	Limite Liquido:	NP
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Limite Plástico:	NP
							Límite de Contracción: <td>NP</td>	NP
2"	50.800						Índice de Plasticidad: <td>NP</td>	NP
1 1/2"	38.100						<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava(3"a#3/8): <b>0.00%</b> % Arena(#4a#200): <b>95.57%</b> % Finos (Menor a #200): <b>4.43%</b>	
1"	25.400							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525							
No 4	4.750						<b>Características Granulométricas:</b> D60: (mm): 0.23 D50: (mm): 0.21 D30: (mm): 0.17 D10: (mm): 0.10 Cu: <b>2.30</b> Cc: <b>1.26</b>	
No 8	2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
No 10	2.000	0.17	0.09%	0.09%	99.92%			
No 16	1.191	0.26	0.13%	0.22%	99.79%			
No 30	0.595	1.23	0.62%	0.83%	99.17%			
No 40	0.420	2.65	1.33%	2.16%	97.85%			
No 50	0.296	5.23	2.62%	4.77%	95.23%			
No 100	0.149	153.58	76.79%	81.56%	18.44%			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

No 200	0.075	28.02	14.01%	95.57%	4.43%	Clasificación:	
Plato	8.86	4.43%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	SUCS:	SP
Sumatoria	200.00	100.00%			1.2	AASHTO:	A-3 [ 0 ]



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

MUESTRA : C-3

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020

No.	Wh +	Ws +	W	W	Ws	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
	CRISTAL (grs)	CRISTAL (grs)	AGUA (grs)	CRISTAL (grs)			
1	86.48	85.95	0.53	40.21	45.74	1.2	
2	86.77	86.24	0.53	45.88	40.36	1.3	1.2
3	92.07	91.57	0.5	52.41	39.16	1.3	



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

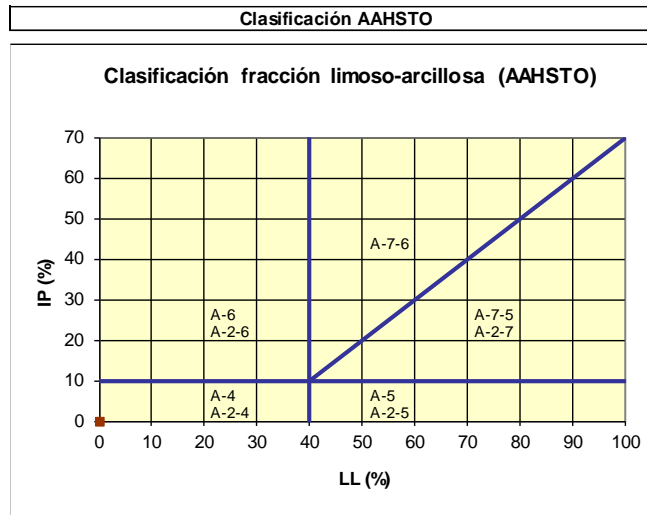
### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

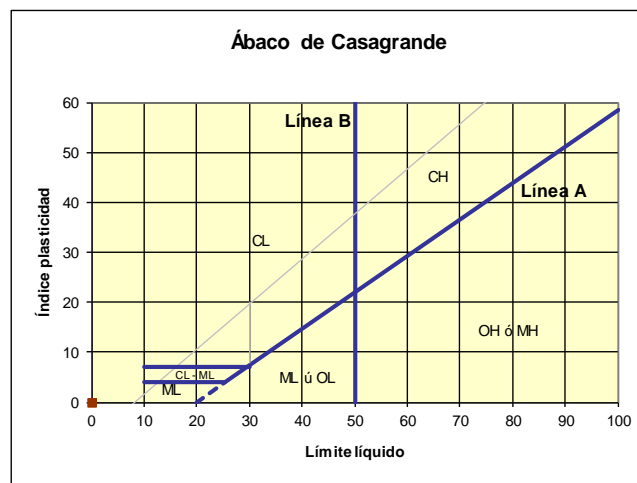
MUESTRA : C-3

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

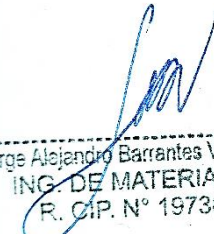
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-3 Arena fina**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  
**Arena mal graduada SP**

  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C. P. N° 197384


## PERFIL ESTRATIGRAFICO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA JAMILET

**UBICACIÓN:** ALTO TRUJILLO - BARRIO I

**MUESTRA:** Calicata N° 3

<b>Método de excavación:</b> Manual		<b>Fecha:</b> Setiembre del 2020	<b>Largo</b> : 1.00 m.	<b>Perforación Calicata</b>			
<b>Superficie :</b> Plana		<b>Fondo</b> : 2.00 m.	<b>Ancho</b> : 1.00 m.	<b>C - 3</b>			
		<b>Nivel Freático</b> : NP	<b>Profundidad</b> : 2.00 m.				
Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
0.10			Terreno Natural	S/M			
2.00	SP		Arena mal graduada con poco o nada de material fino; 4.43% de finos que pasa la malla n° 200, 0.00% de gravas y 95.57% de arenas, material de color beige. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A 3 (0), con una humedad de 1.20%, no presenta límites de Atterberg ya que la muestra cuenta un valor menor al 5% de finos requeridos.	M-1	Mab Mib	0.10-2m	
Mab = muestra en bolsa		Mis = muestra en shelby					
Mib = muestra en bloque		Dn = densidad natural					



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384



PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: MATERIAL IN SITU**

**Sondaje: -**

**CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME**

**Muestra: UNICA**

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

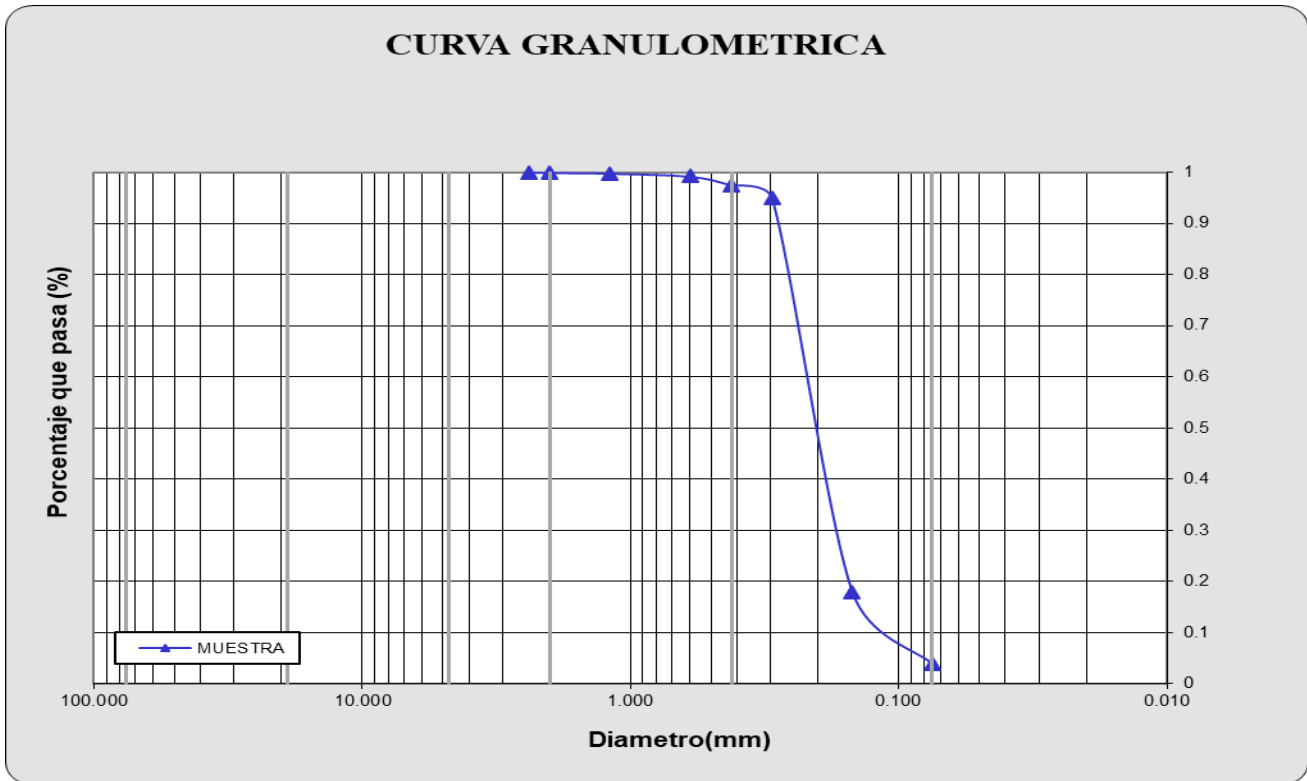
*Granulometría de Calicata N° 4*

Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones			OBSERVACIONES:		
Pérd. por lavado(gr)		7.51		Límites			Tamaño Máximo: No 8		
Peso Tamizado (gr)		192.49		Superior		Inferior		Límites de Consistencia:	
<b>ABERT. MALLA</b>		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido:	NP
<b>Pulg/malla</b>	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plástico:	NP
								Límite de Contracción:	NP
2"		50.800						Índice de Plasticidad:	NP
1 1/2"		38.100							
1"		25.400						<b>Porcentaje en muestra:</b>	
3/4"		19.050						% Grava (3" a #3/8): <b>0.00%</b>	
1/2"		12.700						% Arena (#4 a #200): <b>96.25%</b>	
3/8"		9.525						% Finos (Menor a #200): <b>3.76%</b>	
No 4		4.750							
No 8		2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Características granulométricas:</b>		
No 10		2.000	0.12	0.06%	0.06%	99.94%	D60: (mm):		0.23
No 16		1.191	0.29	0.15%	0.21%	99.80%	D50: (mm):		0.21
No 30		0.595	1.23	0.62%	0.82%	99.18%	D30: (mm):		0.17
No 40		0.420	3.45	1.73%	2.55%	97.46%	D10: (mm):		0.11
No 50		0.296	5.23	2.62%	5.16%	94.84%	Cu:		<b>2.09</b>
No 100		0.149	153.92	76.96%	82.12%	17.88%	Cc:		<b>1.14</b>



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

No 200	0.075	28.25	14.13%	96.25%	3.76%	Clasificación:		
Plato	7.51	3.76%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	SUCS:	SP	
Sumatoria	200.00	100.00%			0.90	AASHTO:	A-3 [ 0 ]	





**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

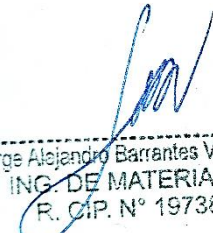
MUESTRA : C-4

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020

No.	Wh +	Ws +	W	W	Ws	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
	CRISTAL (grs)	CRISTAL (grs)	AGUA (grs)	CRISTAL (grs)			
1	98.77	98.24	0.53	40.01	58.23	0.9	
2	95.24	95.04	0.20	70.12	24.92	0.8	0.9
3	86.45	85.99	0.46	45.15	40.84	1.1	



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

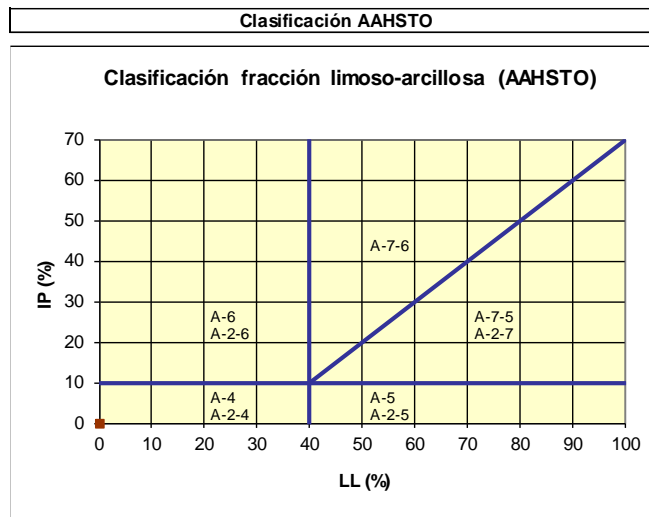
### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

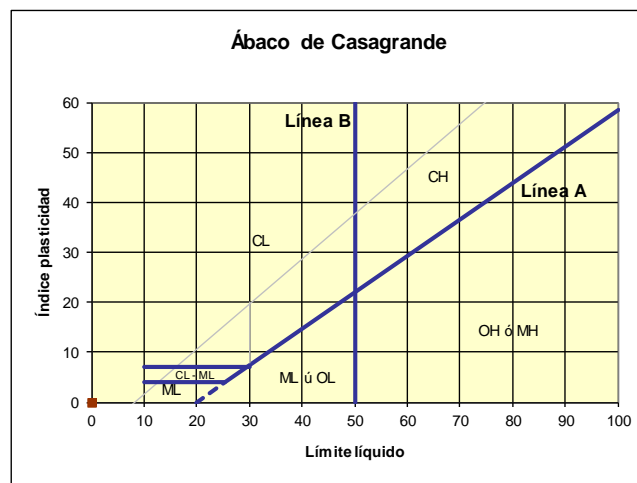
MUESTRA : C-4

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-3 Arena fina**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  
**Arena mal graduada SP**

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384


## PERFIL ESTRATIGRAFICO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA JAMILET

**UBICACIÓN:** ALTO TRUJILLO - BARRIO I

**MUESTRA:** Calicata N° 4

<b>Método de excavación:</b> Manual		<b>Fecha:</b> Setiembre del 2020	<b>Largo</b> : 1.00 m.	<b>Perforación Calicata</b>			
<b>Superficie :</b> Plana		<b>Fondo</b> : 2.00 m.	<b>Ancho</b> : 1.00 m.	<b>C - 4</b>			
		<b>Nivel Freático</b> : NP	<b>Profundidad</b> : 2.00 m.				
Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
0.10			Terreno Natural	S/M			
2.00	SP		Arena mal graduada con poco o nada de material fino; 3.76% de finos que pasa la malla n° 200, 0.00% de gravas y 96.25% de arenas, material de color beige. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A 3 (0), con una humedad de 0.90%, no presenta límites de Atterberg ya que la muestra cuenta un valor menor al 5% de finos requeridos.	M-1	Mab Mib	0.10-2m	
Mab = muestra en bolsa		Mis = muestra en shelby					
Mib = muestra en bloque		Dn = densidad natural					



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: MATERIAL IN SITU**

**Sondaje: -**

**CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME**

**Muestra: UNICA**

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

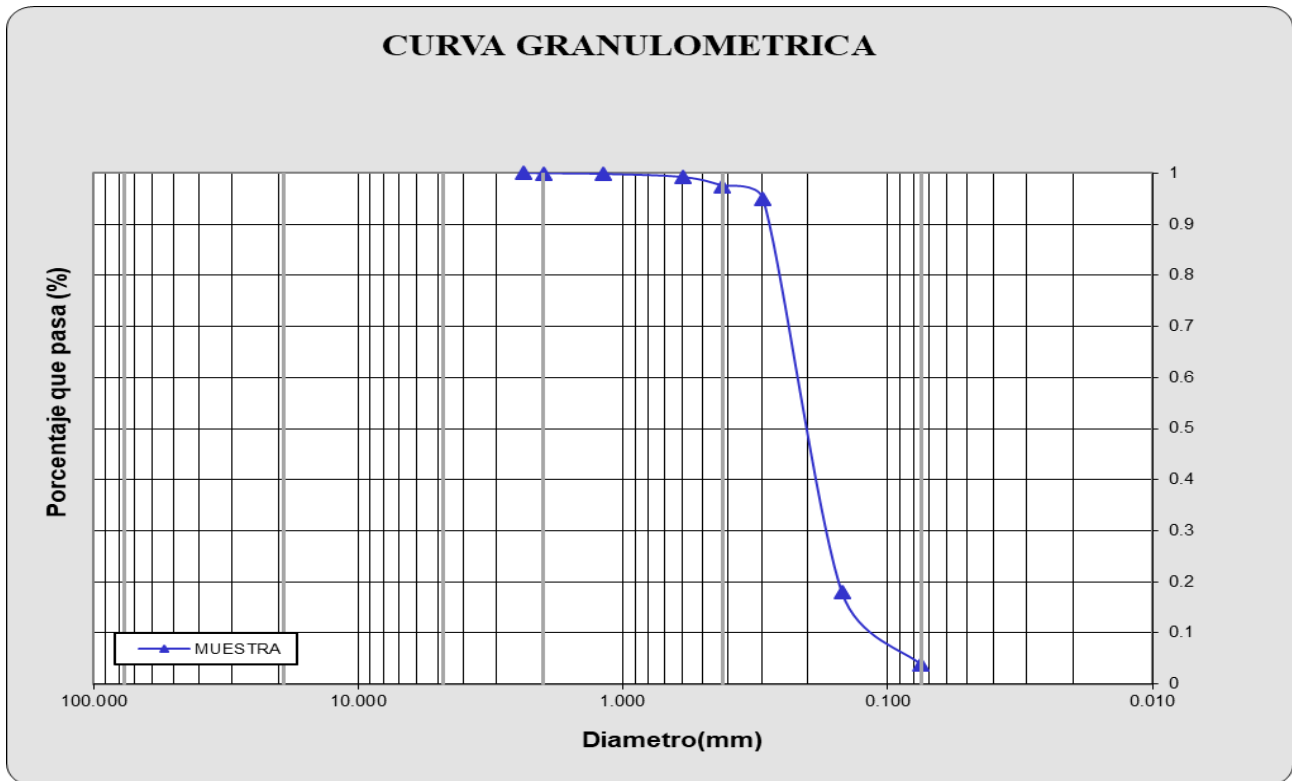
*Granulometría de Calicata N° 5*


Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones			OBSERVACIONES:		
Pérd. por lavado(gr)		7.62		Límites			<b>Tamaño Máximo:</b> No 8		
Peso Tamizado (gr)		192.38		Superior		Inferior		<b>Límites de Consistencia:</b>	
<b>ABERT. MALLA</b>		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido:	NP
<b>Pulg/malla</b>	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plástico:	NP
2"		50.800						Límite de Contracción:	NP
1 1/2"		38.100						Índice de Plasticidad:	NP
1"		25.400						<b>Porcentaje en muestra:</b>	
3/4"		19.050						% Grava (3" a #3/8):	<b>0.00%</b>
1/2"		12.700						% Arena (#4 a #200):	<b>96.19%</b>
3/8"		9.525						% Finos (Menor a #200):	<b>3.81%</b>
No 4		4.750						<b>Características granulométricas:</b>	
No 8		2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		D60: (mm):	0.23
No 10		2.000	0.14	0.07%	0.07%	99.93%		D50: (mm):	0.21
No 16		1.191	0.26	0.13%	0.20%	99.80%		D30: (mm):	0.17
No 30		0.595	1.21	0.61%	0.81%	99.20%		D10: (mm):	0.11
No 40		0.420	3.45	1.73%	2.53%	97.47%		<b>Cu:</b>	<b>2.09</b>
No 50		0.296	5.32	2.66%	5.19%	94.81%		<b>Cc:</b>	<b>1.14</b>
No 100		0.149	152.98	76.49%	81.68%	18.32%			



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. O.P. N° 197384

No 200	0.075	29.02	14.51%	96.19%	3.81%		Clasificación:
Plato	7.62	3.81%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	SUCS:	
Sumatoria	200.00	100.00%		1.0	AASHTO:	A-3	SP [ 0 ]



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.I.P. N° 197384

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

MUESTRA : C-5

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020

No.	<i>Wh</i> +	<i>Ws</i> +	<i>W</i>	<i>W</i>	<i>Ws</i>	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
	CRISTAL (grs)	CRISTAL (grs)	AGUA (grs)	CRISTAL (grs)			
<b>1</b>	86.45	86.08	0.37	43.15	42.93	0.9	
<b>2</b>	92.04	91.74	0.30	62.84	28.9	1.0	1.0
<b>3</b>	96.87	96.37	0.5	45.15	51.22	1.0	



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384



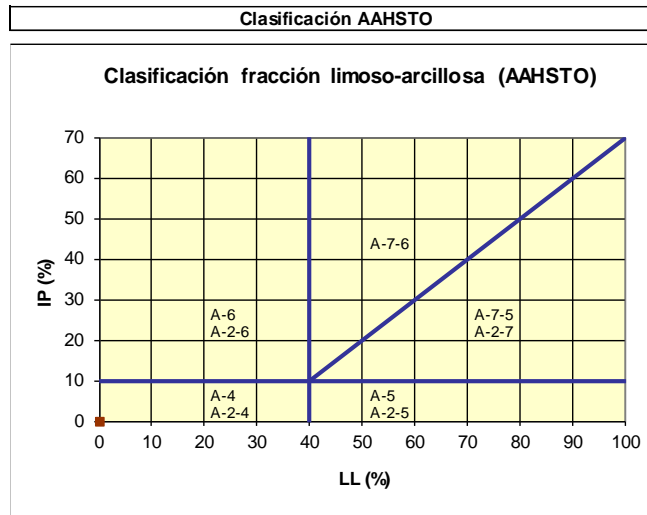
### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

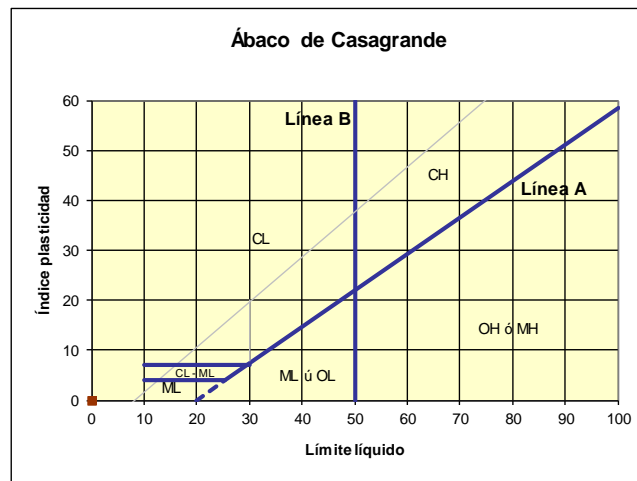
MUESTRA : C-5

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-3 Arena fina**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  
**Arena mal graduada SP**

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384


## PERFIL ESTRATIGRAFICO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA JAMILET

**UBICACIÓN:** ALTO TRUJILLO - BARRIO I

**MUESTRA:** Calicata N° 5

<b>Método de excavación:</b> Manual		<b>Fecha:</b> Setiembre del 2020	<b>Largo</b> : 1.00m.	<b>Perforación Calicata</b>			
<b>Superficie :</b> Plana		<b>Fondo</b> : 2.00m.	<b>Ancho</b> : 1.00m.	<b>C - 5</b>			
		<b>Nivel Freático</b> : NP	<b>Profundidad</b> : 2.00 m.				
Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
0.10			Terreno Natural	S/M			
2.00	SP		Arena mal graduada con poco o nada de material fino; 3.81% de finos que pasa la malla n° 200, 0.00% de gravas y 96.19% de arenas, material de color beige. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A 3 (0), con una humedad de 1.00%, no presenta límites de Atterberg ya que la muestra cuenta un valor menor al 5% de finos requeridos.	M-1	Mab Mib	0.10-2m	
Mab = muestra en bolsa		Mis = muestra en shelby					
Mib = muestra en bloque		Dn = densidad natural					



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. O.P. N° 197384



PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: MATERIAL IN SITU**

**Sondaje: -**

**CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME**

**Muestra: UNICA**

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

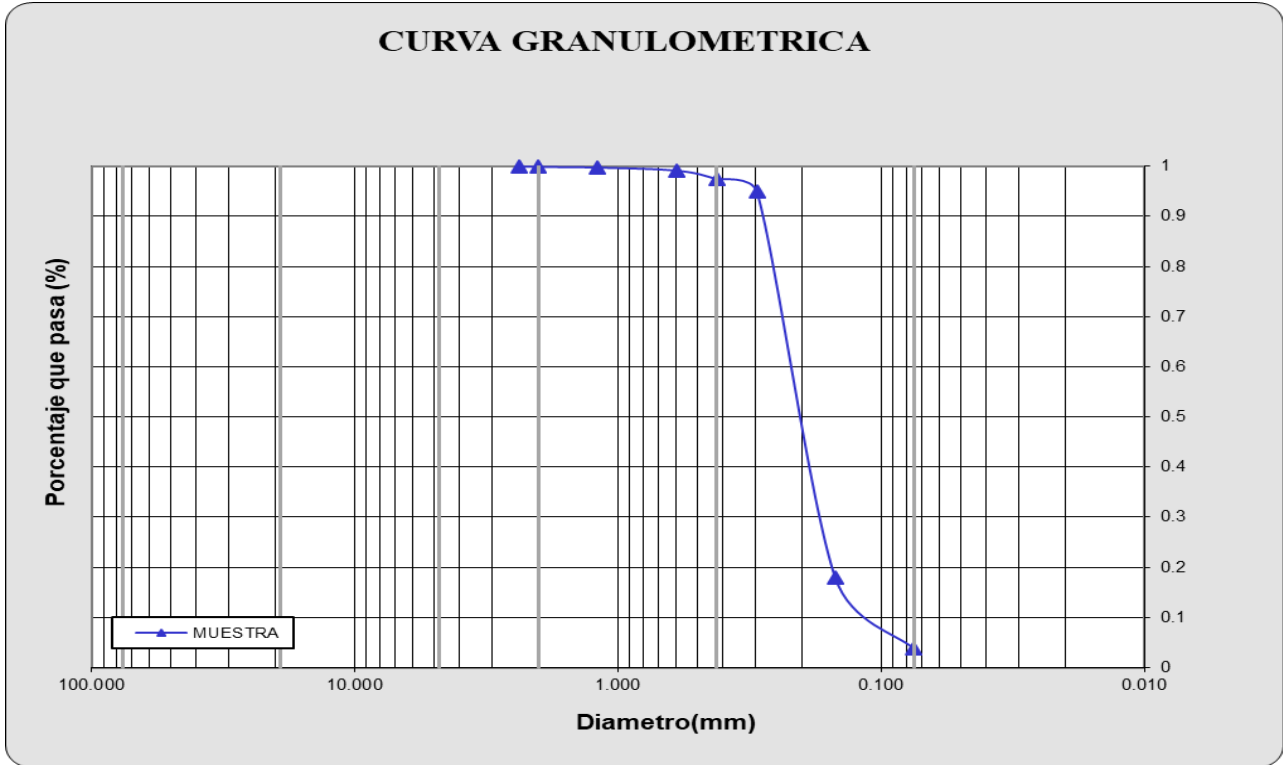
*Granulometría de Calicata N° 6*

Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones				OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado(gr)		7.87		Límites				Tamaño Máximo: No 8	
Peso Tamizado (gr)		192.13		Superior		Inferior		Límites de Consistencia:	
<b>ABERT. MALLA</b>		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido:	NP
<b>Pulg/malla</b>	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plástico:	NP
2"		50.800						Límite de Contracción:	NP
1 1/2"		38.100						Índice de Plasticidad:	NP
1"		25.400						<b>Porcentaje en muestra:</b>	
3/4"		19.050						% Grava (3" a #3/8):	<b>0.00%</b>
1/2"		12.700						% Arena (#4 a #200):	<b>96.07%</b>
3/8"		9.525						% Finos (Menor a #200):	<b>3.94%</b>
No 4		4.750						<b>Características granulométricas:</b>	
No 8		2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	<b>D60: (mm):</b> 0.23		
No 10		2.000	0.15	0.08%	0.08%	99.93%	<b>D50: (mm):</b> 0.21		
No 16		1.191	0.26	0.13%	0.21%	99.80%	<b>D30: (mm):</b> 0.17		
No 30		0.595	1.23	0.62%	0.82%	99.18%	<b>D10: (mm):</b> 0.11		
No 40		0.420	3.40	1.70%	2.52%	97.48%	<b>Cu:</b> <b>2.09</b>		
No 50		0.296	5.12	2.56%	5.08%	94.92%	<b>Cc:</b> <b>1.14</b>		
No 100		0.149	153.78	76.89%	81.97%	18.03%			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

No 200	0.075	28.19	14.10%	96.07%	3.94%	<b>Clasificación:</b>		
<b>Plato</b>	7.87	3.94%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	SUCS:	<b>SP</b>	
<b>Sumatoria</b>	200.00	100.00%			0.90	AASHTO:	<b>A-3 [ 0 ]</b>	



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

MUESTRA : C-6

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020

No.	<i>Wh +</i>	<i>Ws +</i>	<i>W</i>	<i>W</i>	<i>Ws</i>	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
	CRISTAL (grs)	CRISTAL (grs)	AGUA (grs)	CRISTAL (grs)			
<b>1</b>	86.28	85.89	0.39	41.15	44.74	0.9	
<b>2</b>	79.84	79.48	0.36	39.54	39.94	0.9	0.9
<b>3</b>	85.92	85.45	0.47	40.25	45.2	1.0	



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

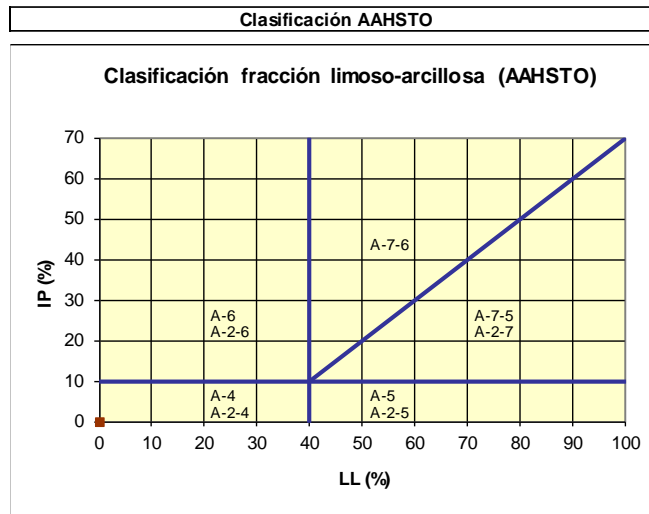
**CLASIFICACION DE SUELOS**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS REICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

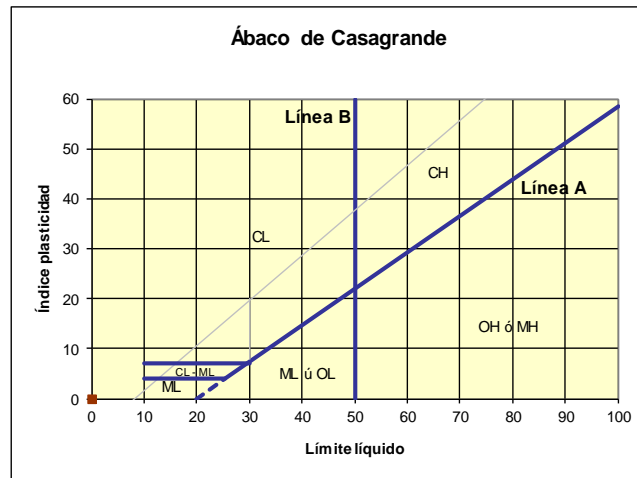
MUESTRA : C-6

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-3 Arena fina**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  
**Arena mal graduada SP**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384


## PERFIL ESTRATIGRAFICO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA JAMILET

**UBICACIÓN:** ALTO TRUJILLO - BARRIO I

**MUESTRA:** Calicata N° 6

<b>Método de excavación:</b> Manual		<b>Fecha:</b> Setiembre del 2020	<b>Largo</b> : 1.00 m.	<b>Perforación Calicata</b>			
<b>Superficie :</b> Plana		<b>Fondo</b> : 2.00 m.	<b>Ancho</b> : 1.00 m.	<b>C - 6</b>			
		<b>Nivel Freático</b> : NP	<b>Profundidad</b> : 2.00 m.				
Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
0.10			Terreno Natural	S/M			
2.00	SP		Arena mal graduada con poco o nada de material fino; 3.94% de finos que pasa la malla n° 200, 0.00% de gravas y 96.07% de arenas, material de color beige. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A 3 (0), con una humedad de 0.90%, no presenta límites de Atterberg ya que la muestra cuenta un valor menor al 5% de finos requeridos.	M-1	Mab Mib	0.10-2m	
Mab = muestra en bolsa		Mis = muestra en shelby					
Mib = muestra en bloque		Dn = densidad natural					



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.I.P. N° 197384

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

**CANTERA: MATERIAL IN SITU**

**Sondaje: -**

**CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME**

**Muestra: UNICA**

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

*Granulometría de Calicata N° 7*

Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones		OBSERVACIONES:		
Pérd. por lavado(gr)		8.65		Límites		Tamaño Máximo: No 8		
Peso Tamizado (gr)		191.35		Superior Inferior		Límites de Consistencia:		
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	Limite Liquido: NP	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulad	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plástico: NP
		o	o	o				Límite de Contracción: NP
2"	50.800							Índice de Plasticidad: NP
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							Porcentaje en muestra:
3/4"	19.050							% Grava (3" a #3/8): 0.00%
1/2"	12.700							% Arena (#4 a #200): 95.68%
3/8"	9.525							% Finos (Menor a #200): 4.32%
No 4	4.750							
No 8	2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Características granulométricas:
No 10	2.000	0.18	0.09%	0.09%	99.91%			D60: (mm): 0.23
No 16	1.191	0.26	0.13%	0.22%	99.78%			D50: (mm): 0.21
No 30	0.595	1.25	0.63%	0.85%	99.16%			D30: (mm): 0.17
No 40	0.420	3.40	1.70%	2.55%	97.46%			D10: (mm): 0.10
No 50	0.296	5.23	2.62%	5.16%	94.84%			Cu: 2.30
No 100	0.149	152.68	76.34%	81.50%	18.50%			Cc: 1.26



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384





**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

MUESTRA : C-7

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020

No.	Wh +	Ws +	W	W	Ws	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
	CRISTAL (grs)	CRISTAL (grs)	AGUA (grs)	CRISTAL (grs)			
1	92.54	92.05	0.49	40.25	51.8	0.9	
2	86.78	86.27	0.51	38.95	47.32	1.1	1.0
3	89.25	88.87	0.38	45.25	43.62	0.9	



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

**CLASIFICACION DE SUELOS**

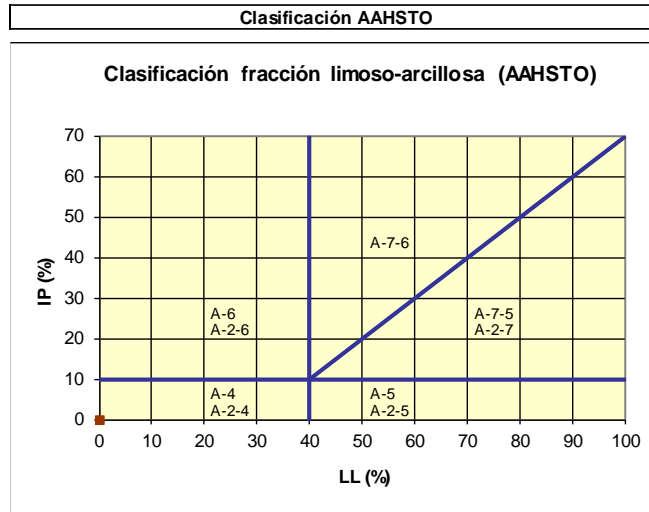


PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS REICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

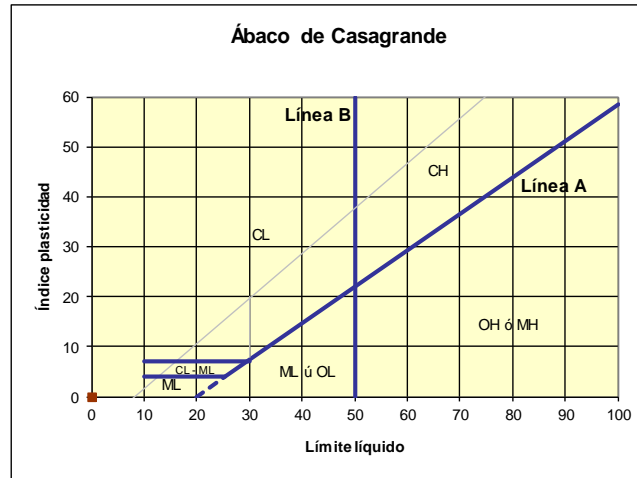
MUESTRA : C-7

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-3 Arena fina**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  
**Arena mal graduada SP**

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384

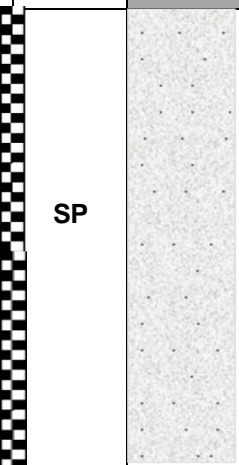
## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

SOLICITADO: CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA JAMILET

UBICACIÓN: ALTO TRUJILLO - BARRIO I

MUESTRA: Calicata N° 7

<b>Método de excavación:</b> Manual		<b>Fecha:</b> Setiembre del 2020	<b>Largo</b> : 1.00 m.	<b>Perforación Calicata</b>			
<b>Superficie :</b> Plana		<b>Fondo</b> : 2.00 m.	<b>Ancho</b> : 1.00 m.	<b>C - 7</b>			
		<b>Nivel Freático</b> : NP	<b>Profundidad</b> : 2.00 m.				
Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
0.10			Terreno Natural	S/M			
2.00	SP		Arena mal graduada con poco o nada de material fino; 4.32% de finos que pasa la malla n° 200, 0.00% de gravas y 95.68% de arenas, material de color beige. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A 3 (0), con una humedad de 1.0%, no presenta límites de Atterberg ya que la muestra cuenta un valor menor al 5% de finos requeridos.	M-1	Mab Mib	0.10-2m	
Mab = muestra en bolsa		Mis = muestra en shelby					
Mib = muestra en bloque		Dn = densidad natural					



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384



PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

<b>CANTERA: MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje: -</b>
<b>CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME</b>	<b>Muestra: UNICA</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Granulometría de Calicata N° 8

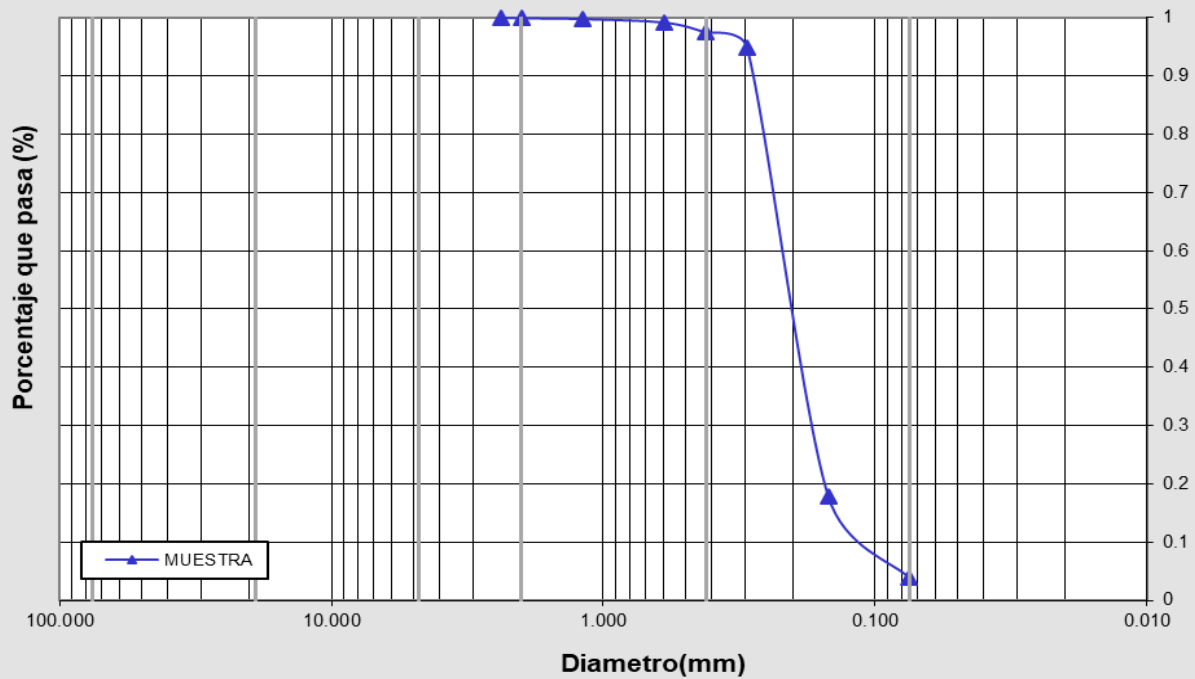
Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones			OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado(gr)		7.61		Límites			Tamaño Máximo: No 8	
Peso Tamizado (gr)		192.39		Superior		Inferior	Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	Limite Liquido: NP	
Pulg/malla		mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
								Limite Plástico: NP
								Límite de Contracción: NP
								Índice de Plasticidad: NP
2"		50.800						
1 1/2"		38.100						
1"		25.400						
3/4"		19.050						<b>Porcentaje en muestra:</b>
1/2"		12.700						% Grava (3" a #3/8): <b>0.00%</b>
3/8"		9.525						% Arena (#4 a #200): <b>96.20%</b>
No 4		4.750						% Finos (Menor a #200): <b>3.81%</b>
No 8		2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Características granulométricas:</b>	
No 10		2.000	0.19	0.10%	0.10%	99.91%	D60: (mm): 0.23	
No 16		1.191	0.26	0.13%	0.23%	99.78%	D50: (mm): 0.21	
No 30		0.595	1.23	0.62%	0.84%	99.16%	D30: (mm): 0.17	
No 40		0.420	3.43	1.72%	2.56%	97.45%	D10: (mm): 0.11	
No 50		0.296	5.23	2.62%	5.17%	94.83%	Cu: <b>2.09</b>	
No 100		0.149	153.92	76.96%	82.13%	17.87%	Cc: <b>1.14</b>	



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

No 200	0.075	28.13	14.07%	96.20%	3.81%	<b>Clasificación:</b>		
<b>Plato</b>	7.61	3.81%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	SUCS:	<b>SP</b>	
<b>Sumatoria</b>	200.00	100.00%			0.90	AASHTO:	<b>A-3</b>	[ 0 ]

**CURVA GRANULOMETRICA**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. O.P. N° 197384

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

MUESTRA : C-8

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020

No.	Wh +	Ws +	W	W	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
	CRISTAL (grs)	CRISTAL (grs)	AGUA (grs)	CRISTAL (grs)			
1	86.48	86.12	0.36	45.4	40.72	0.9	
2	93.41	93.01	0.40	50.58	42.43	0.9	0.9
3	89.65	89.21	0.44	42.18	47.03	0.9	



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

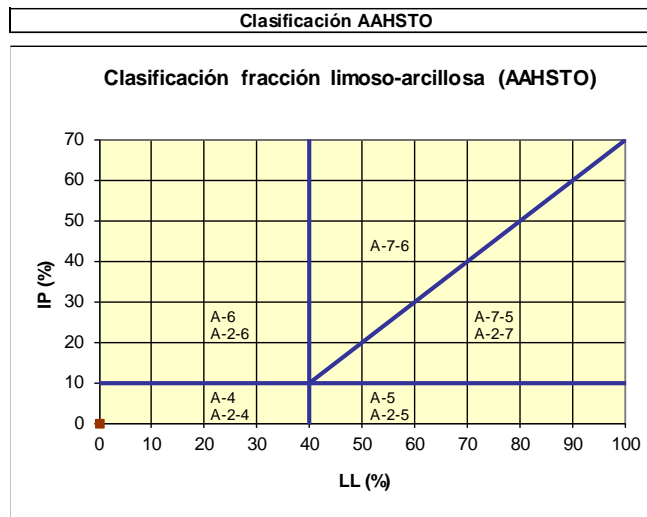
### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

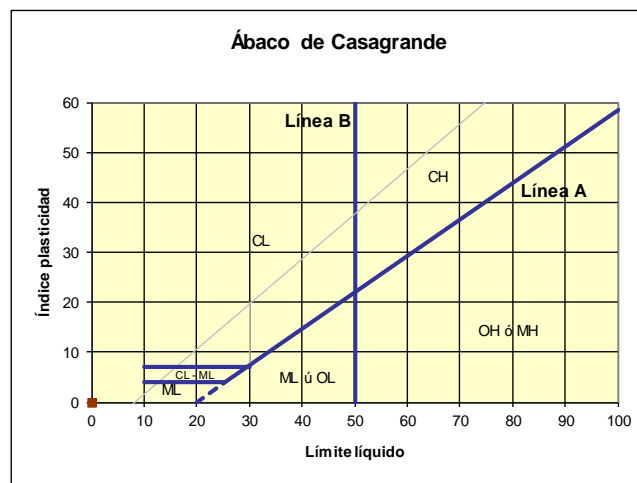
MUESTRA : C-8

SOLICITADO : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2020



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-3 Arena fina**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.  
**Arena mal graduada SP**

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384







# **ANEXO 3. ENSAYOS DE SALES SOLUBLES**



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

TIPO DE MATERIAL: SUB RASANTE

## PRUEBA DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>

*Sales de Calicata N° 1*

<b>TIPO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>
<b>PROFUNDIDAD (mts):</b>	-
<b>PESO FIOLA (g):</b>	175.76
<b>PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g)</b>	281.45
<b>PESO FIOLA + SALES (g):</b>	175.84
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):</b>	0.08
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (ppm):</b>	800

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
Insignificante	0.00 - 0.10	0 – 150	I
Moderada	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
Severa	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	V
Muy Severa	mas de 2.00	mas de 10,000	Tipo V más puzzolana

Fuente: *Tabla 4.4 de Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones*



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. O.P. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

TIPO DE MATERIAL: SUB RASANTE

## PRUEBA DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>

*Sales de Calicata N° 2*

<b>TIPO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>
<b>PROFUNDIDAD (mts):</b>	-
<b>PESO FIOLA (g):</b>	175.76
<b>PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):</b>	281.41
<b>PESO FIOLA + SALES (g):</b>	175.83
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):</b>	0.07
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (ppm):</b>	700

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
Insignificante	0.00 - 0.10	0 - 150	I
Moderada	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
Severa	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	V
Muy Severa	mas de 2.00	mas de 10,000	Tipo V más puzzolana

Fuente: *Tabla 4.4 de Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones*



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

TIPO DE MATERIAL: SUB RASANTE

## PRUEBA DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>

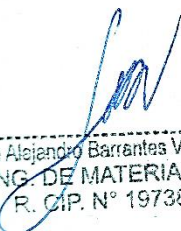
*Sales de Calicata N° 3*

<b>TIPO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>
<b>PROFUNDIDAD (mts):</b>	-
<b>PESO FIOLA (g):</b>	175.76
<b>PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):</b>	281.21
<b>PESO FIOLA + SALES (g):</b>	175.83
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):</b>	0.07
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (ppm):</b>	700

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
<b>Insignificante</b>	<b>0.00 - 0.10</b>	<b>0 - 150</b>	<b>I</b>
<b>Moderada</b>	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
<b>Severa</b>	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	V
<b>Muy Severa</b>	mas de 2.00	mas de 10,000	Tipo V más puzzolana

Fuente: Tabla 4.4 de Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.P. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

TIPO DE MATERIAL: SUB RASANTE

## PRUEBA DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>

*Sales de Calicata N° 4*

<b>TIPO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>
<b>PROFUNDIDAD (mts):</b>	-
<b>PESO FIOLA (g):</b>	175.76
<b>PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):</b>	281.47
<b>PESO FIOLA + SALES (g):</b>	175.82
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):</b>	0.06
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (ppm):</b>	600

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
<b>Insignificante</b>	<b>0.00 - 0.10</b>	<b>0 - 150</b>	<b>I</b>
<b>Moderada</b>	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
<b>Severa</b>	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	V
<b>Muy Severa</b>	mas de 2.00	mas de 10,000	Tipo V más puzzolana

Fuente: Tabla 4.4 de Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. O.P. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

TIPO DE MATERIAL: SUB RASANTE

## PRUEBA DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>


*Sales de Calicata N°5*

<b>TIPO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>
<b>PROFUNDIDAD (mts):</b>	-
<b>PESO FIOLA (g):</b>	175.76
<b>PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):</b>	281.39
<b>PESO FIOLA + SALES (g):</b>	175.86
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):</b>	0.09
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (ppm):</b>	900

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
<b>Insignificante</b>	<b>0.00 - 0.10</b>	<b>0 - 150</b>	<b>I</b>
<b>Moderada</b>	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
<b>Severa</b>	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	V
<b>Muy Severa</b>	mas de 2.00	mas de 10,000	Tipo V más puzzolana

Fuente: Tabla 4.4 de Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

TIPO DE MATERIAL: SUB RASANTE

## PRUEBA DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>

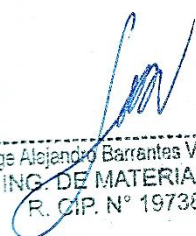
*Sales de Calicata N°6*

<b>TIPO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>
<b>PROFUNDIDAD (mts):</b>	-
<b>PESO FIOLA (g):</b>	175.76
<b>PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):</b>	281.43
<b>PESO FIOLA + SALES (g):</b>	175.81
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):</b>	0.05
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (ppm):</b>	500

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
<b>Insignificante</b>	<b>0.00 - 0.10</b>	<b>0 - 150</b>	<b>I</b>
<b>Moderada</b>	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
<b>Severa</b>	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	V
<b>Muy Severa</b>	mas de 2.00	mas de 10,000	Tipo V más puzzolana

Fuente: Tabla 4.4 de Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. O.P. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

TIPO DE MATERIAL: SUB RASANTE

## PRUEBA DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>

*Sales de Calicata N°7*

<b>TIPO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>
<b>PROFUNDIDAD (mts):</b>	-
<b>PESO FIOLA (g):</b>	175.76
<b>PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):</b>	281.42
<b>PESO FIOLA + SALES (g):</b>	175.84
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):</b>	0.08
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (ppm):</b>	800

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
<b>Insignificante</b>	<b>0.00 - 0.10</b>	<b>0 - 150</b>	<b>I</b>
<b>Moderada</b>	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
<b>Severa</b>	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	V
<b>Muy Severa</b>	mas de 2.00	mas de 10,000	Tipo V más puzzolana

Fuente: Tabla 4.4 de Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

TIPO DE MATERIAL: SUB RASANTE

## PRUEBA DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>


*Sales de Calicata N°8*

<b>TIPO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>
<b>PROFUNDIDAD (mts):</b>	-
<b>PESO FIOLA (g):</b>	175.76
<b>PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):</b>	281.25
<b>PESO FIOLA + SALES (g):</b>	175.82
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):</b>	0.06
<b>CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (ppm):</b>	600

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
<b>Insignificante</b>	<b>0.00 - 0.10</b>	<b>0 - 150</b>	<b>I</b>
<b>Moderada</b>	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
<b>Severa</b>	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	V
<b>Muy Severa</b>	mas de 2.00	mas de 10,000	Tipo V más puzzolana

Fuente: Tabla 4.4 de Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384





# **ANEXO 4. ENSAYOS DE DENSIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA**

## DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS NORMA ASTM D-4253

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

MUESTRA: C-1

### Datos del molde

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

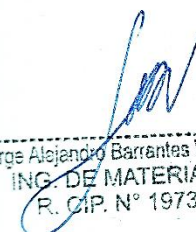
### DENSIDAD SECA MÁXIMA

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5390.00</b>	<b>5380.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1540.00	1530.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.62</b>	<b>1.61</b>
	<b>1.62</b>	

### DENSIDAD SECA MÍNIMA

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5080.00</b>	<b>5080.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1230.00	1230.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
	<b>1.30</b>	



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. O.P. N° 197384

## DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS NORMA ASTM D-4253

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

MUESTRA: C-2

### Datos del molde

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

### DENSIDAD SECA MÁXIMA

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5390.00</b>	<b>5385.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1540.00	1535.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.62</b>	<b>1.62</b>
	<b>1.62</b>	

### DENSIDAD SECA MÍNIMA

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5080.00</b>	<b>5075.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1230.00	1225.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.29</b>
	<b>1.30</b>	



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C. P. N° 197384

## DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS NORMA ASTM D-4253

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

MUESTRA: C-3

### Datos del molde

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

### DENSIDAD SECA MÁXIMA

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5391.00</b>	<b>5381.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1541.00	1531.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.63</b>	<b>1.62</b>
	<b>1.62</b>	

### DENSIDAD SECA MÍNIMA

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5081.00</b>	<b>5076.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1231.00	1226.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.29</b>
	<b>1.30</b>	

## DENSIDADES SECAS



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

## NORMA ASTM D-4253

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

MUESTRA: C-4

### Datos del molde

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

### DENSIDAD SECA MÁXIMA

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5389.00</b>	<b>5378.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1539.00	1528.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.62</b>	<b>1.61</b>
	<b>1.62</b>	

### DENSIDAD SECA MÍNIMA

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5081.00</b>	<b>5076.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1231.00	1226.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.29</b>
	<b>1.30</b>	

**DENSIDADES SECAS**  
**NORMA**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2020.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

MUESTRA: C-5

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5386.00</b>	<b>5384.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1536.00	1534.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.62</b>	<b>1.62</b>
	<b>1.62</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5078.00</b>	<b>5078.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1228.00	1228.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
	<b>1.30</b>	

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D 723**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

MUESTRA: C-6

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5389.00</b>	<b>5385.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1539.00	1535.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.62</b>	<b>1.62</b>
	<b>1.62</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5080.00</b>	<b>5080.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1230.00	1230.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
	<b>1.30</b>	

**DENSIDADES SECAS  
NORMA**



Y I

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

MUESTRA: C-7

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5390.00</b>	<b>5387.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1540.00	1537.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.62</b>	<b>1.62</b>
	<b>1.62</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5081.00</b>	<b>5078.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1231.00	1228.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
	<b>1.30</b>	



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

MUESTRA: C-8

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5385.00</b>	<b>5380.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1535.00	1530.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.62</b>	<b>1.61</b>
	<b>1.62</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5074.00</b>	<b>5074.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1224.00	1224.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>
	<b>1.29</b>	

**DENSIDADES SECAS MA**



**IN]**

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

**NORMA**

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C1 + 2.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5440.00	5435.00
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1590.00	1585.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.67
		1.67

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	5090.00	5086.00
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1240.00	1236.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.31	1.30
		1.31

**DENSIDADES SECAS  
NORMA**



Y ]

  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C2 + 2.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5445.00</b>	<b>5440.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1595.00	1590.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.68</b>	<b>1.68</b>
	<b>1.68</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5085.00</b>	<b>5082.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1235.00	1232.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
	<b>1.30</b>	

**DENSIDADES SECAS  
NORMA**



Y M

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C3 + 2.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5442.00</b>	<b>5438.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1592.00	1588.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.68</b>	<b>1.68</b>
	<b>1.68</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5080.00</b>	<b>5074.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1230.00	1224.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.29</b>
	<b>1.29</b>	

**DENSIDADES SECAS M**  
**NORMA AS'**



MIT

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C4 + 2.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5438.00</b>	<b>5439.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1588.00	1589.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.68</b>	<b>1.68</b>
	<b>1.68</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5078.00</b>	<b>5085.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1228.00	1235.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
	<b>1.30</b>	

**DENSIDADES SECAS**



**Y ]**

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

**NORMA ASTM D-4253**



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C5 + 2.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5454.00</b>	<b>5440.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1604.00	1590.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.69</b>	<b>1.68</b>
		<b>1.68</b>

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5074.00</b>	<b>5080.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1224.00	1230.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.29</b>	<b>1.30</b>
		<b>1.29</b>

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C6 + 2.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5450.00</b>	<b>5442.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1600.00	1592.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.69</b>	<b>1.68</b>
		<b>1.68</b>

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5080.00</b>	<b>5082.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1230.00	1232.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
		<b>1.30</b>

**DENSIDADES SECAS**



**Y :**

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384

**NORMA ASTM D-4253**

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2020.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C7 + 2.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

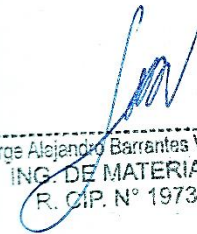
DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5445.00</b>	<b>5445.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1595.00	1595.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.68</b>	<b>1.68</b>
	<b>1.68</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5078.00</b>	<b>5080.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1228.00	1230.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
	<b>1.30</b>	

**DENSIDADES SECAS**  
NORMA A



M.   
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C8 + 2.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5442.00</b>	<b>5440.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1592.00	1590.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.68</b>	<b>1.68</b>
	<b>1.68</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5074.00</b>	<b>5072.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1224.00	1222.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>
	<b>1.29</b>	

**DENSIDADES SECAS  
NORMA A**



M

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C1 + 5.00% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5138.00</b>	<b>5133.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1288.00	1283.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.36</b>	<b>1.35</b>
	<b>1.36</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4936.00</b>	<b>4932.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1086.00	1082.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.15</b>	<b>1.14</b>
	<b>1.14</b>	

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C2 + 5.00% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5135.00	5138.00
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1285.00	1288.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.36	1.36
	1.36	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	4935.00	4940.00
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1085.00	1090.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.14	1.15
	1.15	

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C3 + 5.00% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5138.00</b>	<b>5140.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1288.00	1290.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>
	<b>1.36</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4939.00</b>	<b>4941.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1089.00	1091.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.15</b>	<b>1.15</b>
	<b>1.15</b>	



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

**DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS**  
**NORMA ASTM D-4253**

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C4 + 5.00% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5142.00</b>	<b>5142.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1292.00	1292.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>
	<b>1.36</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4935.00</b>	<b>4938.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1085.00	1088.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.14</b>	<b>1.15</b>
	<b>1.15</b>	

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C5 + 5.00% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5132.00</b>	<b>5130.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1282.00	1280.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.35</b>	<b>1.35</b>
	<b>1.35</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4939.00</b>	<b>4938.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1089.00	1088.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.15</b>	<b>1.15</b>
	<b>1.15</b>	

**DENSIDADES SECA:**



**Y**

**NORMA ASTM D-4255**

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C6 + 5.00% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	5136.00	5132.00
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1286.00	1282.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.36	1.35
		1.35

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	4939.00	4938.00
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1089.00	1088.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.15	1.15
		1.15

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA**



Y M

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C7 + 5.00% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5138.00</b>	<b>5137.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1288.00	1287.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>
	<b>1.36</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4940.00</b>	<b>4942.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1090.00	1092.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.15</b>	<b>1.15</b>
	<b>1.15</b>	

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C8 + 5.00% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5140.00</b>	<b>5142.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1290.00	1292.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>
	<b>1.36</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4948.00</b>	<b>4945.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1098.00	1095.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.16</b>	<b>1.16</b>
	<b>1.16</b>	



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C1 + 7.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5020.00</b>	<b>5015.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1170.00	1165.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.23</b>
	<b>1.23</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4835.00</b>	<b>4831.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	985.00	981.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.04</b>	<b>1.03</b>
	<b>1.04</b>	

**DENSIDADES SECAS**  
**NORMA**



Y N

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C2 + 7.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5022.00</b>	<b>5017.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1172.00	1167.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.24</b>	<b>1.23</b>
		<b>1.23</b>

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4835.00</b>	<b>4831.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	985.00	981.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.04</b>	<b>1.03</b>
		<b>1.04</b>

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C3 + 7.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5018.00</b>	<b>5017.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1168.00	1167.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.23</b>
	<b>1.23</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4837.00</b>	<b>4832.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	987.00	982.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>
	<b>1.04</b>	

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



M.

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C4 + 7.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5012.00</b>	<b>5015.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1162.00	1165.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.23</b>
	<b>1.23</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4836.00</b>	<b>4834.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	986.00	984.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>
	<b>1.04</b>	

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D-4253**



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C5 + 7.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5012.00</b>	<b>5014.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1162.00	1164.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.23</b>
	<b>1.23</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4832.00</b>	<b>4835.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	982.00	985.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>
	<b>1.04</b>	



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

**DENSIDADES SECAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS**  
**NORMA ASTM D-4253**

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C6 + 7.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5014.00</b>	<b>5017.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1164.00	1167.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.23</b>
	<b>1.23</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4835.00</b>	<b>4837.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	985.00	987.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>
	<b>1.04</b>	

**DENSIDADES SECAS**  
**NORMA**



Y M

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C7 + 7.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5012.00</b>	<b>5015.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1162.00	1165.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.23</b>
	<b>1.23</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4832.00</b>	<b>4832.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	982.00	982.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>
	<b>1.04</b>	

**DENSIDADES SECAS**

**NORMA ASTM D753**



**M**

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384



OBRA: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

SOLICITA: ALEXA PAMELA CASTRO ALVAREZ / TOMASA JAMILET CRUZADA CARRANZA

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, SETIEMBRE DEL 2020

CANTERA: C8 + 7.50% DE POLIMERO

**Datos del molde**

Volumen del molde = 947.87 cm<sup>3</sup>

Peso del molde = 3850 g

**DENSIDAD SECA MÁXIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>5020.00</b>	<b>5021.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	1170.00	1171.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.24</b>
	<b>1.23</b>	

**DENSIDAD SECA MÍNIMA**

DENOMINACION	1	2
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	947.87	947.87
PESO MUESTRA SUELTA + PESO RECIPIENTE (g)	<b>4835.00</b>	<b>4836.00</b>
PESO RECIPIENTE (g)	3850.00	3850.00
PESO MUESTRA (g)	985.00	986.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.04</b>	<b>1.04</b>
	<b>1.04</b>	



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



# **ANEXO 5. ENSAYOS DE INDICE DE CBR**

## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRA  
CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRA  
FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 202

**MUESTRA :** C-1

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



ECICL  
O DE

*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	G	87.69	80.78	79.45	98.56	98.45	97.96
Rec + suelo seco	G	85.75	78.75	77.48	96.57	96.19	95.89
Peso del recipiente	G	73.24	65.78	64.54	83.45	81.42	82.22
Peso del suelo seco	G	12.51	12.97	12.94	13.12	14.77	13.67
Peso del agua	G	1.94	2.03	1.97	1.99	2.26	2.07
Contenido de Humedad	%	15.51	15.65	15.22	15.17	15.30	15.14
Humedad promedio	%	15.58		15.20		15.22	

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11324	11742	11954
Peso suelo húmedo (g)	3391	3815	4033
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.80	1.90
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.38</b>	<b>1.56</b>	<b>1.65</b>
Contenido de humedad(%)	15.58	15.20	15.22

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)

0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.74	0.001932	0.38
0.075	1.91	1.02	0.001932	0.53
0.1	2.54	1.42	0.001932	0.73
0.125	3.18	1.64	0.001932	0.85
0.15	3.81	1.86	0.001932	0.96
0.175	4.45	2.19	0.001932	1.13
0.2	5.08	2.38	0.001932	1.23
0.3	7.62	2.84	0.001932	1.47
0.4	10.16	3.05	0.001932	1.58
0.5	12.7	3.24	0.001932	1.68

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.05	0.001932	0.54
0.075	1.91	1.54	0.001932	0.80
0.100	2.54	1.84	0.001932	0.95
0.125	3.18	2.15	0.001932	1.11
0.150	3.81	2.54	0.001932	1.31
0.175	4.45	2.68	0.001932	1.39
0.200	5.08	2.85	0.001932	1.48
0.300	7.62	3.38	0.001932	1.75
0.400	10.16	3.84	0.001932	1.99
0.500	12.70	4.25	0.001932	2.20

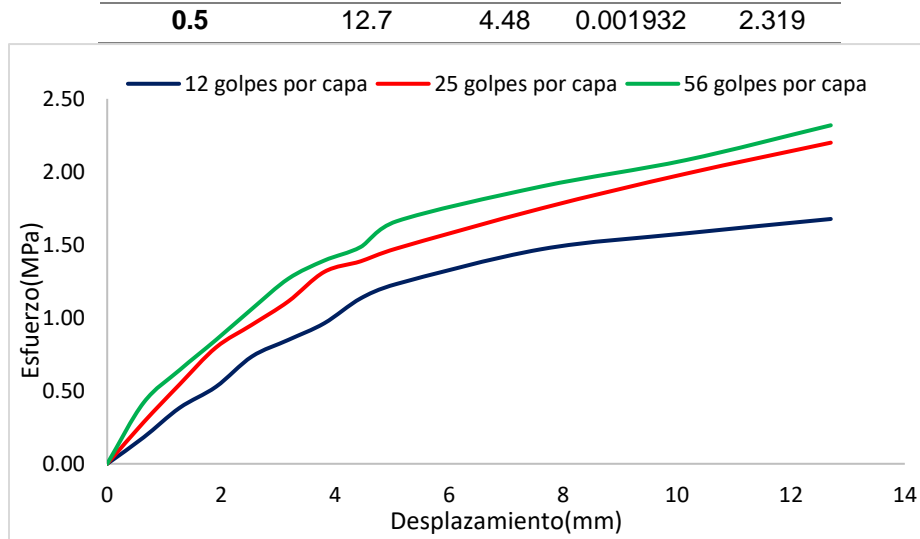
**Ensayo de CBR**

56 golpes por capa

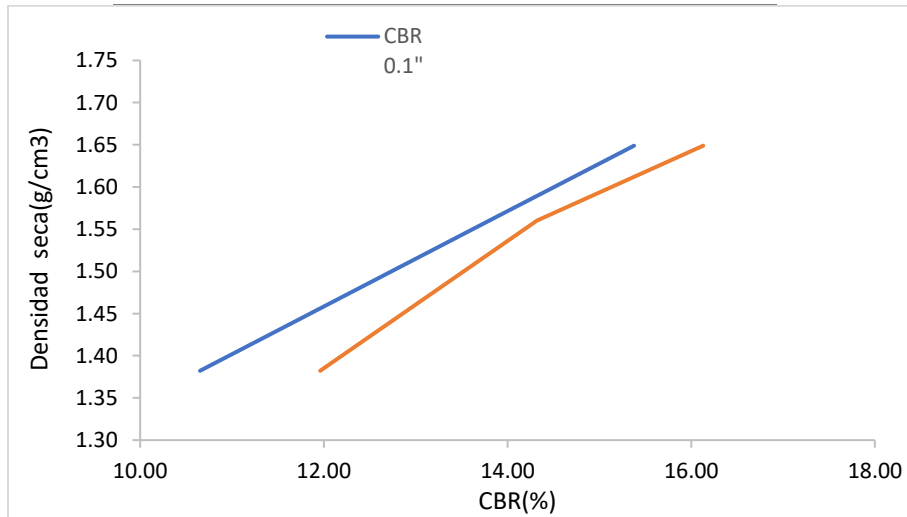
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.81	0.001932	0.419
0.05	1.27	1.24	0.001932	0.642
0.075	1.91	1.64	0.001932	0.849
0.1	2.54	2.05	0.001932	1.061
0.125	3.18	2.45	0.001932	1.268
0.15	3.81	2.69	0.001932	1.392
0.175	4.45	2.87	0.001932	1.486
0.2	5.08	3.21	0.001932	1.661
0.3	7.62	3.67	0.001932	1.900
0.4	10.16	4.02	0.001932	2.081



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.38	10.65	11.96
25	1.56	13.80	14.32
56	1.65	15.38	16.13



<b>M.D.S</b>	<b>1.620</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.539	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	13	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	14	%



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

## INDICE DE CBR DE SUELOS

## ASTM D 1883

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-2

**SOLICITADO :** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11324	11742	11954
Peso suelo húmedo (g)	3391	3815	4033
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.80	1.90
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.41</b>	<b>1.58</b>	<b>1.67</b>
Contenido de humedad(%)	13.20	13.45	13.60

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo G	85.45	88.47	86.95	86.71	78.45	89.55
Rec + suelo seco G	82.45	86.24	84.45	84.24	76.24	87.24
Peso del recipiente G	59.88	69.24	65.45	66.27	60	70.24
Peso del suelo seco G	22.57	17	19	17.97	16.24	17
Peso del agua G	3	2.23	2.5	2.47	2.21	2.31
Contenido de Humedad %	13.29	13.12	13.16	13.75	13.61	13.59
Humedad promedio %	13.20		13.45		13.60	
<b>Ensayo de CBR</b>		12 golpes por capa				
<b>Penetración</b>	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo		



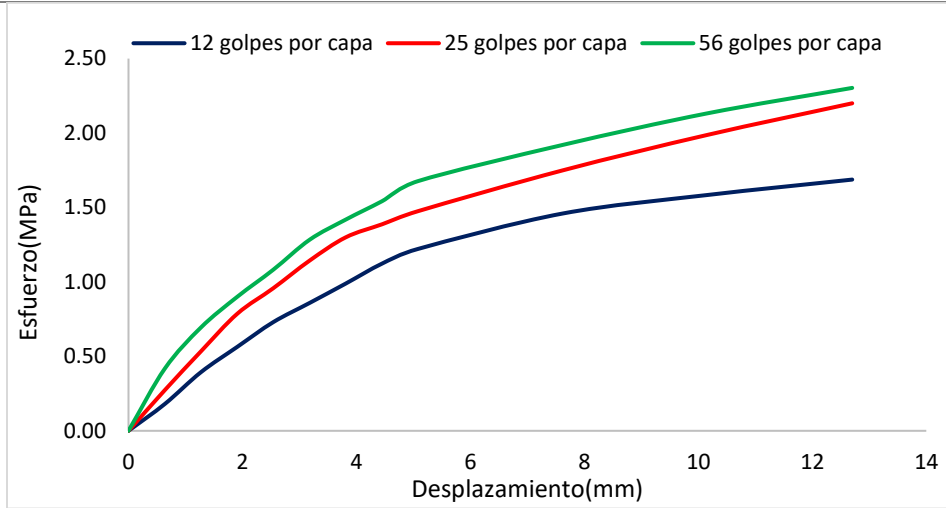
(pulg)	(mm)	(KN)	(m2)	(Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.76	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.09	0.001932	0.56
0.1	2.54	1.41	0.001932	0.73
0.125	3.18	1.66	0.001932	0.86
0.15	3.81	1.91	0.001932	0.99
0.175	4.45	2.17	0.001932	1.12
0.2	5.08	2.36	0.001932	1.22
0.3	7.62	2.82	0.001932	1.46
0.4	10.16	3.06	0.001932	1.58
0.5	12.7	3.26	0.001932	1.69
<b>Ensayo de CBR</b>		25 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(KN)	(m2)	(Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.53	0.001932	0.27
0.050	1.27	1.03	0.001932	0.53
0.075	1.91	1.52	0.001932	0.79
0.100	2.54	1.85	0.001932	0.96
0.125	3.18	2.21	0.001932	1.14
0.150	3.81	2.51	0.001932	1.30
0.175	4.45	2.68	0.001932	1.39
0.200	5.08	2.85	0.001932	1.48
0.300	7.62	3.38	0.001932	1.75
0.400	10.16	3.84	0.001932	1.99
0.500	12.70	4.25	0.001932	2.20
<b>Ensayo de CBR</b>		56 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(kN)	(m2)	(Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.81	0.001932	0.419
0.05	1.27	1.34	0.001932	0.694
0.075	1.91	1.74	0.001932	0.901
0.1	2.54	2.09	0.001932	1.082
0.125	3.18	2.48	0.001932	1.284
0.15	3.81	2.74	0.001932	1.418
0.175	4.45	2.98	0.001932	1.542
0.2	5.08	3.24	0.001932	1.677
0.3	7.62	3.71	0.001932	1.920

Jorge Alejandro Barrientos Villarueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

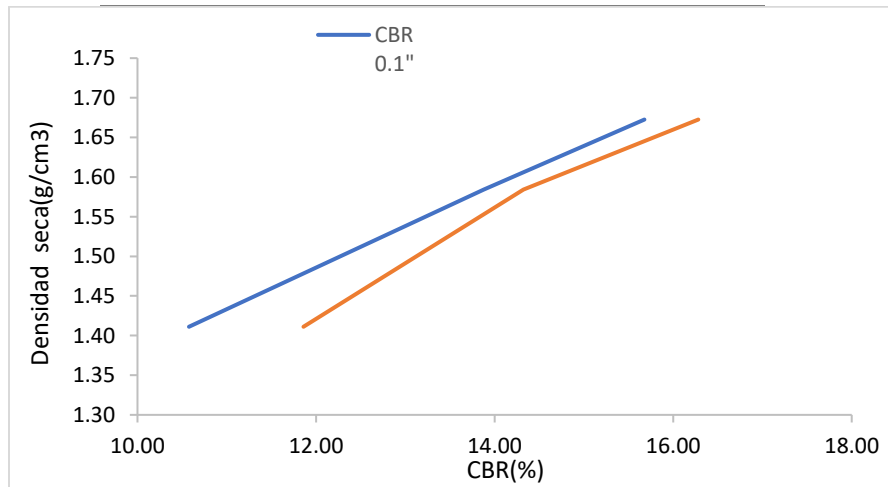




<b>0.4</b>	10.16	4.12	0.001932	2.133
<b>0.5</b>	12.7	4.45	0.001932	2.303



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.41	10.58	11.86
<b>25</b>	1.58	13.88	14.32
<b>56</b>	1.67	15.68	16.28



<b>M.D.S</b>	<b>1.620</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.539	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	13	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	14	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

## ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-3

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11284	11684	11925
Peso suelo húmedo (g)	3351	3757	4004
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.77	1.89
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.39</b>	<b>1.56</b>	<b>1.66</b>
Contenido de humedad(%)	13.20	13.45	13.60

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 85.45	88.47	86.95
Rec + suelo seco	g 82.45	86.24	84.45
Peso del recipiente	g 59.88	69.24	65.45
Peso del suelo seco	g 22.57	17	19
Peso del agua	g 3	2.23	2.5
Contenido de Humedad	% 13.29	13.12	13.16
Humedad promedio	% 13.20	13.45	13.60

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(KN)	(m2)	(Mpa)

0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.74	0.001932	0.38
0.075	1.91	1.09	0.001932	0.56
0.1	2.54	1.41	0.001932	0.73
0.125	3.18	1.66	0.001932	0.86
0.15	3.81	1.91	0.001932	0.99
0.175	4.45	2.18	0.001932	1.13
0.2	5.08	2.36	0.001932	1.22
0.3	7.62	2.81	0.001932	1.45
0.4	10.16	3.09	0.001932	1.60
0.5	12.7	3.28	0.001932	1.70

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.54	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.06	0.001932	0.55
0.075	1.91	1.52	0.001932	0.79
0.100	2.54	1.88	0.001932	0.97
0.125	3.18	2.23	0.001932	1.15
0.150	3.81	2.51	0.001932	1.30
0.175	4.45	2.71	0.001932	1.40
0.200	5.08	2.87	0.001932	1.49
0.300	7.62	3.38	0.001932	1.75
0.400	10.16	3.84	0.001932	1.99
0.500	12.70	4.25	0.001932	2.20

**Ensayo de CBR**

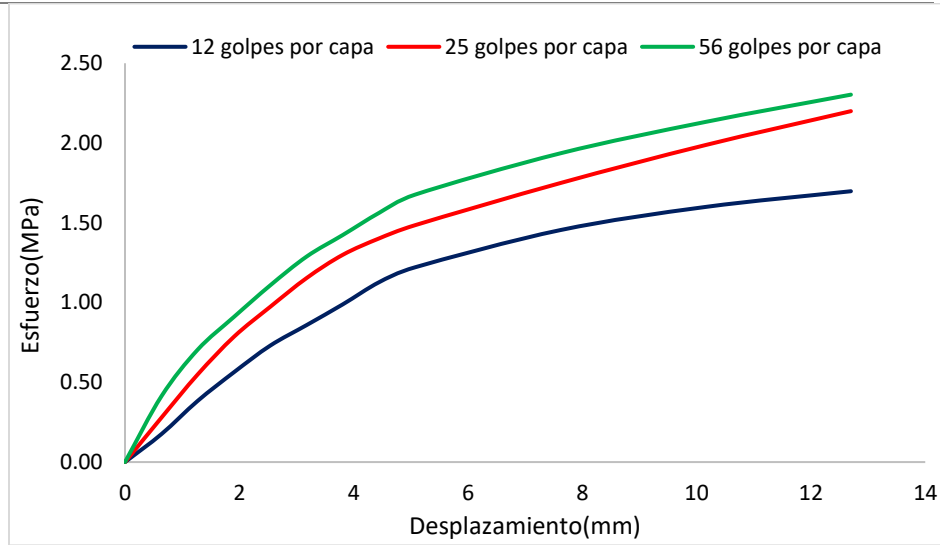
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.8	0.001932	0.414
0.05	1.27	1.36	0.001932	0.704
0.075	1.91	1.76	0.001932	0.911
0.1	2.54	2.14	0.001932	1.108
0.125	3.18	2.49	0.001932	1.289
0.15	3.81	2.75	0.001932	1.423
0.175	4.45	3.02	0.001932	1.563
0.2	5.08	3.24	0.001932	1.677
0.3	7.62	3.74	0.001932	1.936
0.4	10.16	4.12	0.001932	2.133

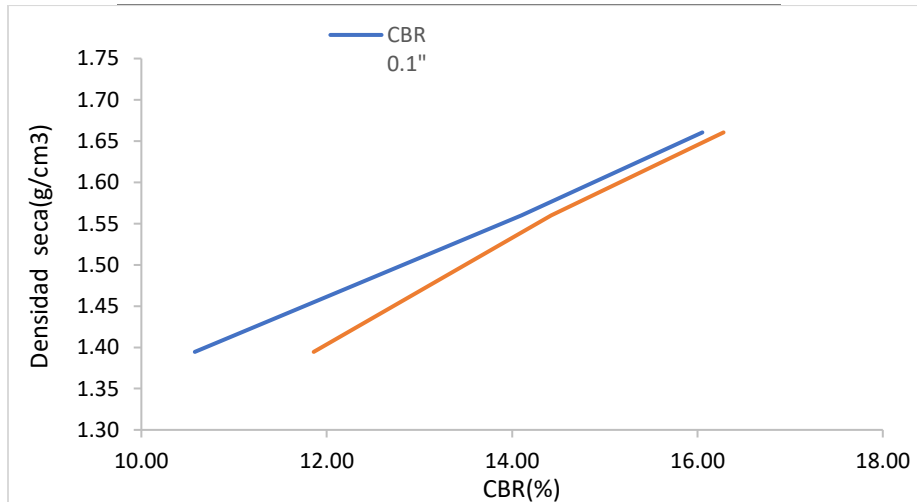
*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



0.5                      12.7                      4.45                      0.001932                      2.303



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.39	10.58	11.86
25	1.56	14.10	14.42
56	1.66	16.05	16.28



M.D.S	1.620	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.539	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	13	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	14	%

## INDICE DE CBR DE SUELOS

Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-4

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11284	11684	11925
Peso suelo húmedo (g)	3351	3757	4004
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.77	1.89
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.40</b>	<b>1.57</b>	<b>1.68</b>
Contenido de humedad(%)	12.55	12.45	12.45

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 82.47	96.25	79.68
Rec + suelo seco	g 80.64	94.25	77.25
Peso del recipiente	g 66.24	78.11	57.89
Peso del suelo seco	g 14.4	16.14	19.36
Peso del agua	g 1.83	2	2.43
Contenido de Humedad	% 12.71	12.39	12.55
Humedad promedio	% 12.55	12.45	12.45

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0.00
<b>0.025</b>	0.64	0.32	0.001932	0.17



0.05	1.27	0.72	0.001932	0.37
0.075	1.91	1.07	0.001932	0.55
0.1	2.54	1.39	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.64	0.001932	0.85
0.15	3.81	1.89	0.001932	0.98
0.175	4.45	2.16	0.001932	1.12
0.2	5.08	2.34	0.001932	1.21
0.3	7.62	2.79	0.001932	1.44
0.4	10.16	3.07	0.001932	1.59
0.5	12.7	3.26	0.001932	1.69

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.52	0.001932	0.27
0.050	1.27	1.04	0.001932	0.54
0.075	1.91	1.5	0.001932	0.78
0.100	2.54	1.86	0.001932	0.96
0.125	3.18	2.21	0.001932	1.14
0.150	3.81	2.49	0.001932	1.29
0.175	4.45	2.69	0.001932	1.39
0.200	5.08	2.85	0.001932	1.48
0.300	7.62	3.36	0.001932	1.74
0.400	10.16	3.75	0.001932	1.94
0.500	12.70	4.12	0.001932	2.13

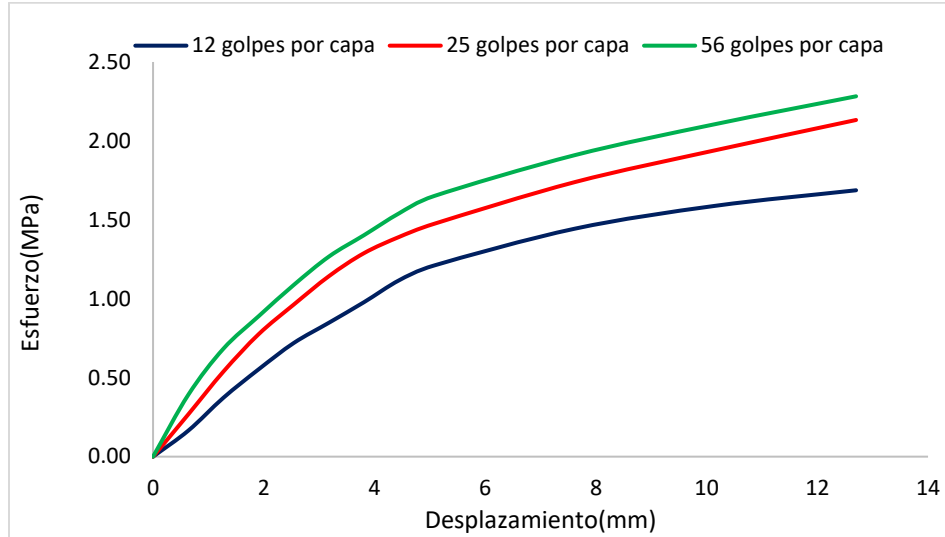
**Ensayo de CBR**

56 golpes por capa

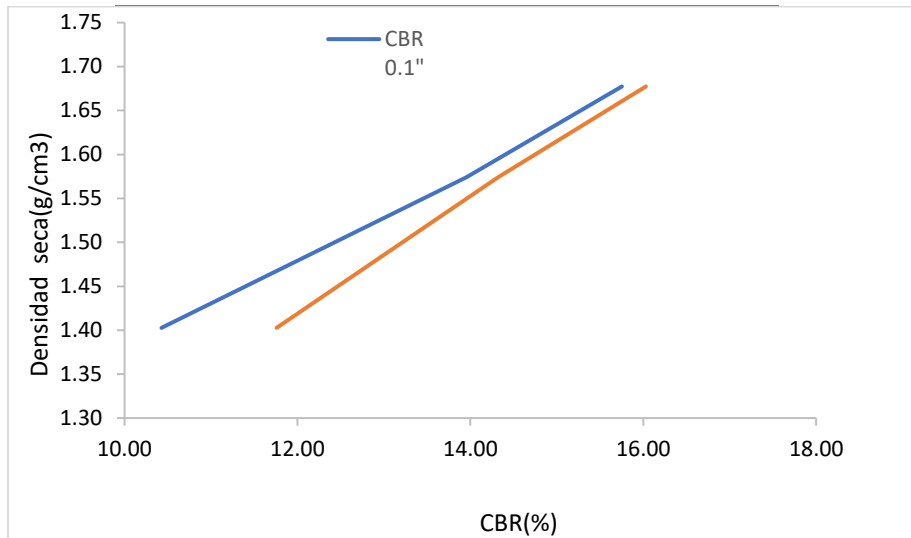
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.76	0.001932	0.393
0.05	1.27	1.32	0.001932	0.683
0.075	1.91	1.72	0.001932	0.890
0.1	2.54	2.1	0.001932	1.087
0.125	3.18	2.45	0.001932	1.268
0.15	3.81	2.71	0.001932	1.403
0.175	4.45	2.98	0.001932	1.542
0.2	5.08	3.19	0.001932	1.651
0.3	7.62	3.69	0.001932	1.910
0.4	10.16	4.07	0.001932	2.107
0.5	12.7	4.41	0.001932	2.283

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384





GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.40	10.43	11.76
25	1.57	13.95	14.32
56	1.68	15.75	16.03



<b>M.D.S</b>	<b>1.620</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.539	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	13.5	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	13.8	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS



## ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-5

**SOLICITADO :** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11257	11598	11902
Peso suelo humedo (g)	3324	3671	3981
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.57	1.73	1.88
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.39</b>	<b>1.54</b>	<b>1.67</b>
Contenido de humedad(%)	12.55	12.45	12.45

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 82.47	96.25	79.68
Rec + suelo seco	g 80.64	94.25	77.25
Peso del recipiente	g 66.24	78.11	57.89
Peso del suelo seco	g 14.4	16.14	19.36
Peso del agua	g 1.83	2	2.43
Contenido de Humedad	% 12.71	12.39	12.55
Humedad promedio	% 12.55	12.45	12.45
Ensayo de CBR		12 golpes por capa	
Penetración	Penetración	Carga	Area
			Esfuerzo

(pulg)	(mm)	(KN)	(m2)	(Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.76	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.09	0.001932	0.56
0.1	2.54	1.41	0.001932	0.73
0.125	3.18	1.66	0.001932	0.86
0.15	3.81	1.91	0.001932	0.99
0.175	4.45	2.17	0.001932	1.12
0.2	5.08	2.36	0.001932	1.22
0.3	7.62	2.82	0.001932	1.46
0.4	10.16	3.06	0.001932	1.58
0.5	12.7	3.26	0.001932	1.69

Ensayo de CBR

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.53	0.001932	0.27
0.050	1.27	1.03	0.001932	0.53
0.075	1.91	1.52	0.001932	0.79
0.100	2.54	1.85	0.001932	0.96
0.125	3.18	2.21	0.001932	1.14
0.150	3.81	2.51	0.001932	1.30
0.175	4.45	2.68	0.001932	1.39
0.200	5.08	2.85	0.001932	1.48
0.300	7.62	3.38	0.001932	1.75
0.400	10.16	3.84	0.001932	1.99
0.500	12.70	4.25	0.001932	2.20

Ensayo de CBR

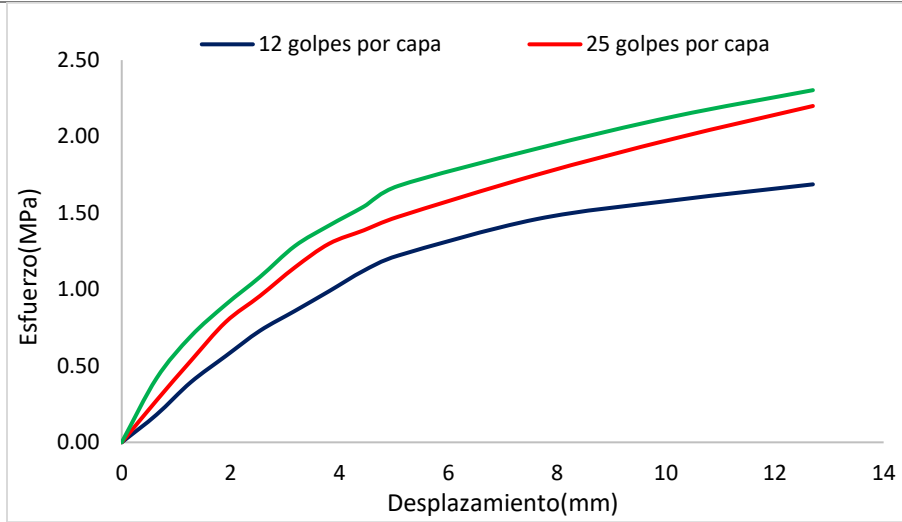
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.81	0.001932	0.419
0.05	1.27	1.34	0.001932	0.694
0.075	1.91	1.74	0.001932	0.901
0.1	2.54	2.09	0.001932	1.082
0.125	3.18	2.48	0.001932	1.284
0.15	3.81	2.74	0.001932	1.418
0.175	4.45	2.98	0.001932	1.542
0.2	5.08	3.24	0.001932	1.677
0.3	7.62	3.71	0.001932	1.920

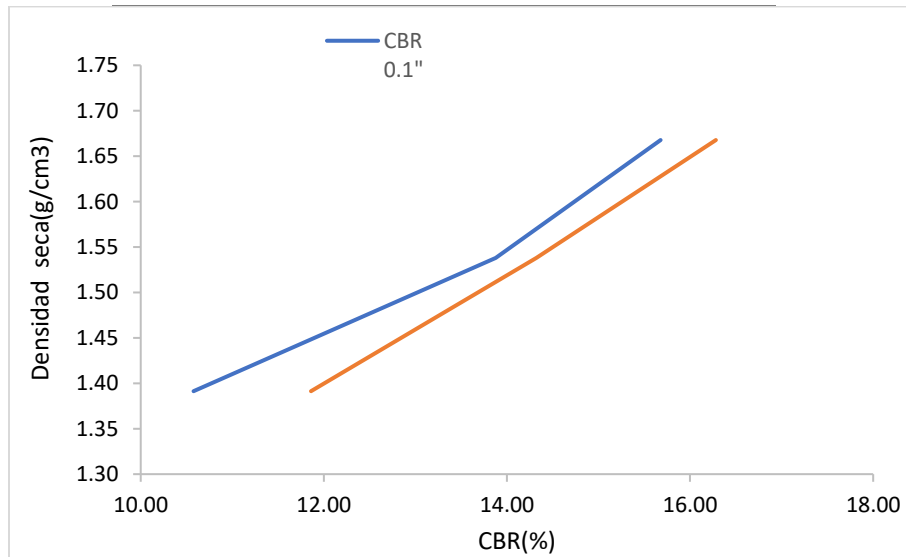
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



<b>0.4</b>	10.16	4.12	0.001932	2.133
<b>0.5</b>	12.7	4.45	0.001932	2.303



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.39	10.58	11.86
<b>25</b>	1.54	13.88	14.32
<b>56</b>	1.67	15.68	16.28



<b>M.D.S</b>	<b>1.620</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.539	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	13.2	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	14.1	%

## INDICE DE CBR DE SUELOS

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197334



## ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-6

**SOLICITADO :** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11294	11554	11874
Peso suelo húmedo (g)	3361	3627	3953
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.71	1.86
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.41</b>	<b>1.53</b>	<b>1.66</b>
Contenido de humedad(%)	12.64	11.47	12.39

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 89.47 92.47	82.71 86.25	90.68 96.85
Rec + suelo seco	g 87.45 90.24	80.65 84.27	88.27 94.25
Peso del recipiente	g 71.24 72.84	62.85 66.84	68.24 73.85
Peso del suelo seco	g 16.21 17.4	17.8 17.43	20.03 20.4
Peso del agua	g 2.02 2.23	2.06 1.98	2.41 2.6
Contenido de Humedad	% 12.46 12.82	11.57 11.36	12.03 12.75
Humedad promedio	% 12.64	11.47	12.39

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.74	0.001932	0.38
0.075	1.91	1.09	0.001932	0.56
0.1	2.54	1.41	0.001932	0.73
0.125	3.18	1.66	0.001932	0.86
0.15	3.81	1.91	0.001932	0.99
0.175	4.45	2.12	0.001932	1.10
0.2	5.08	2.25	0.001932	1.16
0.3	7.62	2.81	0.001932	1.45
0.4	10.16	3.09	0.001932	1.60
0.5	12.7	3.28	0.001932	1.70

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

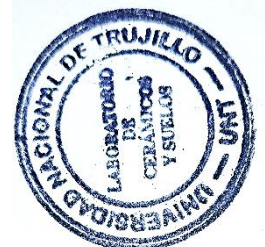
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.54	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.06	0.001932	0.55
0.075	1.91	1.52	0.001932	0.79
0.100	2.54	1.88	0.001932	0.97
0.125	3.18	2.23	0.001932	1.15
0.150	3.81	2.51	0.001932	1.30
0.175	4.45	2.71	0.001932	1.40
0.200	5.08	2.87	0.001932	1.49
0.300	7.62	3.38	0.001932	1.75
0.400	10.16	3.84	0.001932	1.99
0.500	12.70	4.25	0.001932	2.20

**Ensayo de CBR**

56 golpes por capa

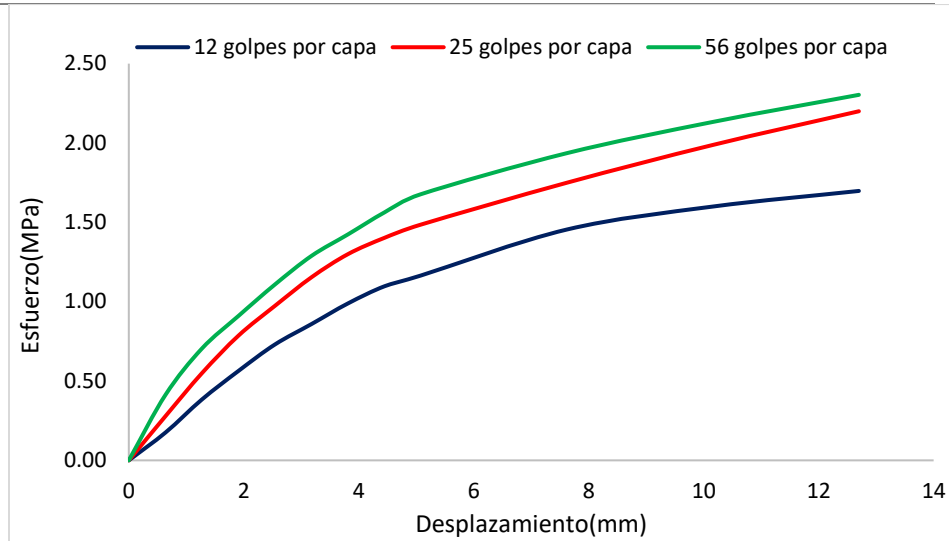
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.8	0.001932	0.414
0.05	1.27	1.36	0.001932	0.704
0.075	1.91	1.76	0.001932	0.911
0.1	2.54	2.14	0.001932	1.108
0.125	3.18	2.49	0.001932	1.289
0.15	3.81	2.75	0.001932	1.423
0.175	4.45	3.02	0.001932	1.563
0.2	5.08	3.24	0.001932	1.677

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384

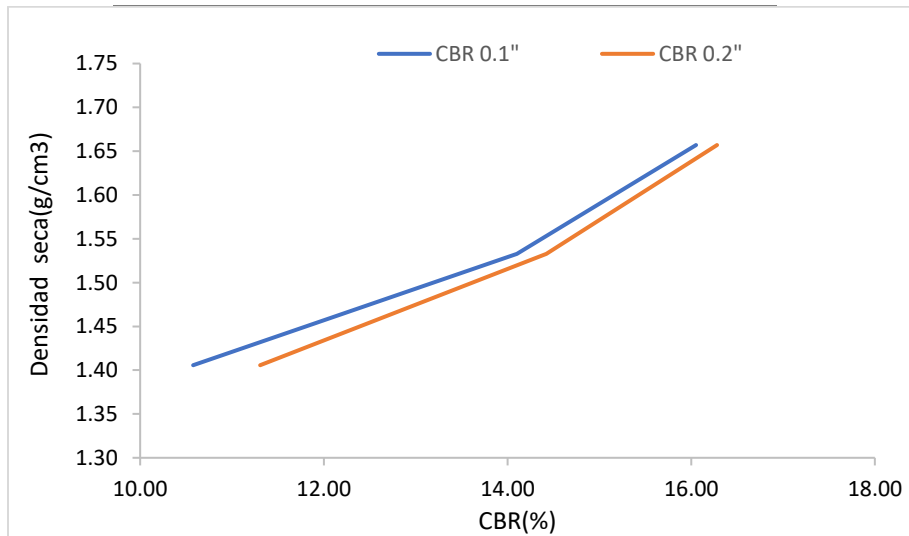




<b>0.3</b>	7.62	3.74	0.001932	1.936
<b>0.4</b>	10.16	4.12	0.001932	2.133
<b>0.5</b>	12.7	4.45	0.001932	2.303



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.41	10.58	11.31
<b>25</b>	1.53	14.10	14.42
<b>56</b>	1.66	16.05	16.28



<b>M.D.S</b>	<b>1.620</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.539	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	13.5	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	14.5	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-7

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.I.P. N° 197384

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11275	11524	11852
Peso suelo húmedo (g)	3342	3597	3931
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.57	1.69	1.85
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.43</b>	<b>1.53</b>	<b>1.68</b>
Contenido de humedad(%)	10.47	10.82	10.53

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 79.45	86.95	86.84
Rec + suelo seco	g 77.84	84.27	84.25
Peso del recipiente	g 62.45	58.68	60.54
Peso del suelo seco	g 15.39	25.59	23.71
Peso del agua	g 1.61	2.68	2.59
Contenido de Humedad	% 10.46	10.47	10.92
Humedad promedio	% 10.47	10.82	10.53



Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.74	0.001932	0.38
0.075	1.91	1.02	0.001932	0.53
0.1	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.67	0.001932	0.86
0.15	3.81	1.89	0.001932	0.98
0.175	4.45	2.16	0.001932	1.12
0.2	5.08	2.35	0.001932	1.22
0.3	7.62	2.84	0.001932	1.47
0.4	10.16	3.05	0.001932	1.58
0.5	12.7	3.24	0.001932	1.68

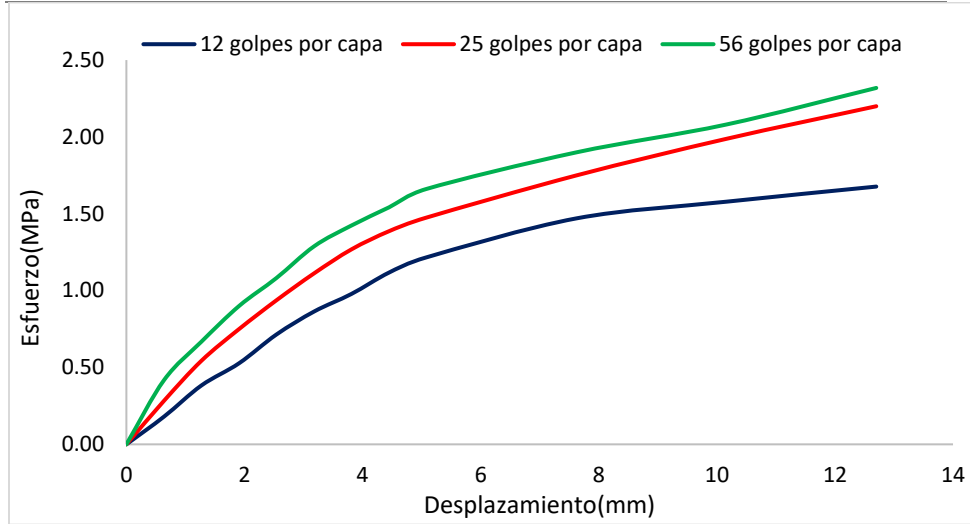
Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.05	0.001932	0.54
0.075	1.91	1.45	0.001932	0.75
0.100	2.54	1.81	0.001932	0.94
0.125	3.18	2.15	0.001932	1.11
0.150	3.81	2.45	0.001932	1.27
0.175	4.45	2.68	0.001932	1.39
0.200	5.08	2.85	0.001932	1.48
0.300	7.62	3.38	0.001932	1.75
0.400	10.16	3.84	0.001932	1.99
0.500	12.70	4.25	0.001932	2.20

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.81	0.001932	0.419
0.05	1.27	1.29	0.001932	0.668
0.075	1.91	1.74	0.001932	0.901
0.1	2.54	2.09	0.001932	1.082
0.125	3.18	2.49	0.001932	1.289
0.15	3.81	2.75	0.001932	1.423
0.175	4.45	2.98	0.001932	1.542

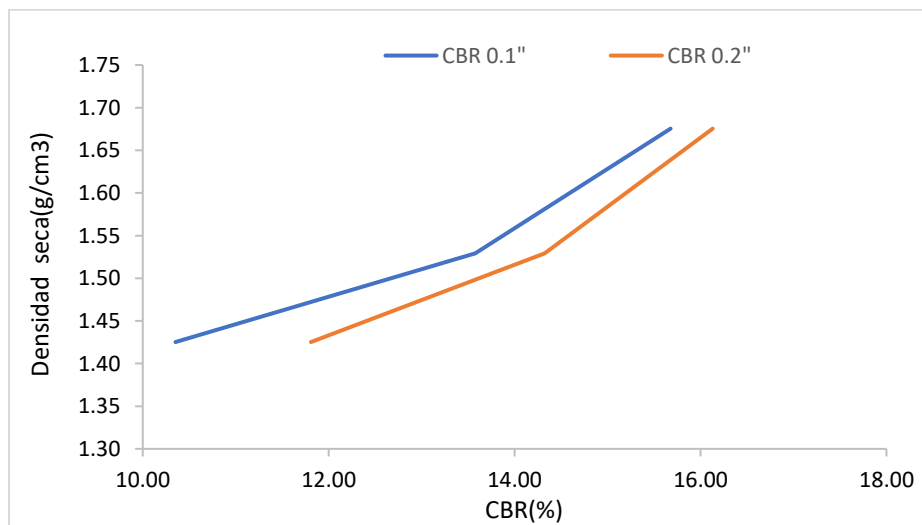
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.2</b>	5.08	3.21	0.001932	1.661
<b>0.3</b>	7.62	3.67	0.001932	1.900
<b>0.4</b>	10.16	4.02	0.001932	2.081
<b>0.5</b>	12.7	4.48	0.001932	2.319



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.43	10.35	11.81
<b>25</b>	1.53	13.58	14.32
<b>56</b>	1.68	15.68	16.13



<b>M.D.S</b>	<b>1.620</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.539	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	13	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	14	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-8

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. O.P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11284	11684	11925
Peso suelo húmedo (g)	3351	3757	4004
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.77	1.89
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.39</b>	<b>1.56</b>	<b>1.66</b>
Contenido de humedad(%)	13.20	13.45	13.60

Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	85.45	88.47	86.95	86.71	78.45	89.55
Rec + suelo seco	g	82.45	86.24	84.45	84.24	76.24	87.24
Peso del recipiente	g	59.88	69.24	65.45	66.27	60	70.24
Peso del suelo seco	g	22.57	17	19	17.97	16.24	17
Peso del agua	g	3	2.23	2.5	2.47	2.21	2.31
Contenido de Humedad	%	13.29	13.12	13.16	13.75	13.61	13.59
Humedad promedio	%	13.20		13.45		13.60	

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.05	1.27	0.72	0.001932	0.37
0.075	1.91	1.07	0.001932	0.55
0.1	2.54	1.39	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.64	0.001932	0.85
0.15	3.81	1.89	0.001932	0.98
0.175	4.45	2.16	0.001932	1.12
0.2	5.08	2.34	0.001932	1.21
0.3	7.62	2.79	0.001932	1.44
0.4	10.16	3.07	0.001932	1.59
0.5	12.7	3.26	0.001932	1.69

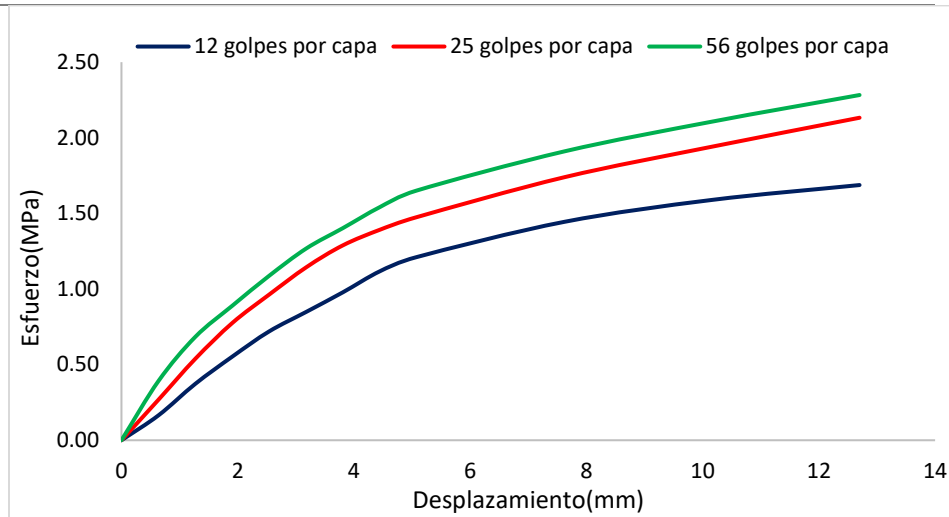
Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.52	0.001932	0.27
0.050	1.27	1.04	0.001932	0.54
0.075	1.91	1.5	0.001932	0.78
0.100	2.54	1.86	0.001932	0.96
0.125	3.18	2.21	0.001932	1.14
0.150	3.81	2.49	0.001932	1.29
0.175	4.45	2.69	0.001932	1.39
0.200	5.08	2.85	0.001932	1.48
0.300	7.62	3.36	0.001932	1.74
0.400	10.16	3.75	0.001932	1.94
0.500	12.70	4.12	0.001932	2.13

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.76	0.001932	0.393
0.05	1.27	1.32	0.001932	0.683
0.075	1.91	1.72	0.001932	0.890
0.1	2.54	2.1	0.001932	1.087
0.125	3.18	2.45	0.001932	1.268
0.15	3.81	2.71	0.001932	1.403
0.175	4.45	2.98	0.001932	1.542

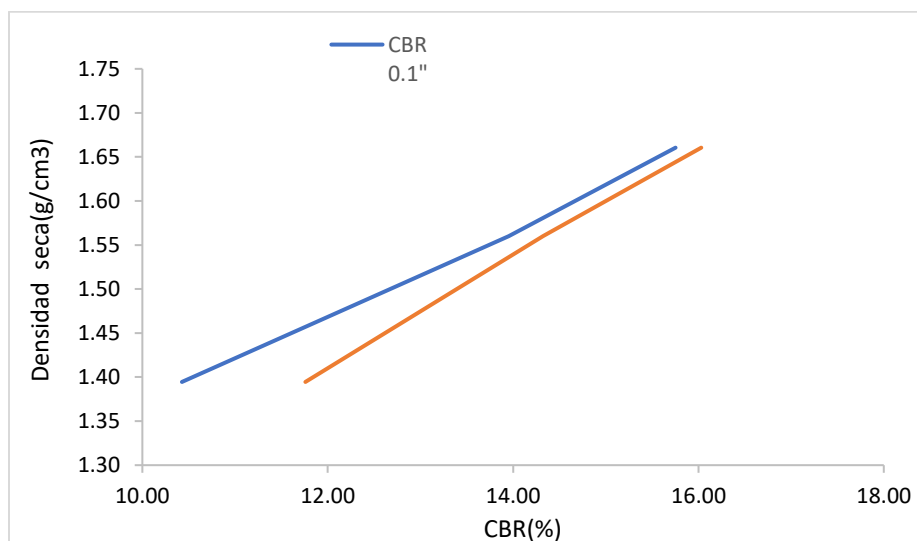
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.2</b>	5.08	3.19	0.001932	1.651
<b>0.3</b>	7.62	3.69	0.001932	1.910
<b>0.4</b>	10.16	4.07	0.001932	2.107
<b>0.5</b>	12.7	4.41	0.001932	2.283



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.39	10.43	11.76
<b>25</b>	1.56	13.95	14.32
<b>56</b>	1.66	15.75	16.03



<b>M.D.S</b>	<b>1.620</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.539	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	13.5	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	14.1	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384





## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-1 + 2.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11405	11854	12054
Peso suelo húmedo (g)	3472	3927	4133
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.64	1.85	1.95
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.42</b>	<b>1.61</b>	<b>1.69</b>
Contenido de humedad(%)	15.58	15.20	15.22

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 87.69 80.78 79.45 98.56 98.45 97.96		
Rec + suelo seco	g 85.75 78.75 77.48 96.57 96.19 95.89		
Peso del recipiente	g 73.24 65.78 64.54 83.45 81.42 82.22		
Peso del suelo seco	g 12.51 12.97 12.94 13.12 14.77 13.67		
Peso del agua	g 1.94 2.03 1.97 1.99 2.26 2.07		
Contenido de Humedad	% 15.51 15.65 15.22 15.17 15.30 15.14		
Humedad promedio	% 15.58 15.20 15.22		

Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.59	0.001932	0.31
0.05	1.27	1.15	0.001932	0.60
0.075	1.91	1.84	0.001932	0.95
0.1	2.54	2.28	0.001932	1.18
0.125	3.18	2.58	0.001932	1.34
0.15	3.81	2.96	0.001932	1.53
0.175	4.45	3.37	0.001932	1.74
0.2	5.08	3.64	0.001932	1.88
0.3	7.62	3.84	0.001932	1.99
0.4	10.16	4.05	0.001932	2.10
0.5	12.7	4.19	0.001932	2.17

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.64	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.48	0.001932	0.77
0.075	1.91	2.24	0.001932	1.16
0.100	2.54	2.82	0.001932	1.46
0.125	3.18	3.25	0.001932	1.68
0.150	3.81	3.69	0.001932	1.91
0.175	4.45	4.19	0.001932	2.17
0.200	5.08	4.59	0.001932	2.38
0.300	7.62	5.26	0.001932	2.72
0.400	10.16	6.14	0.001932	3.18
0.500	12.70	7.01	0.001932	3.63

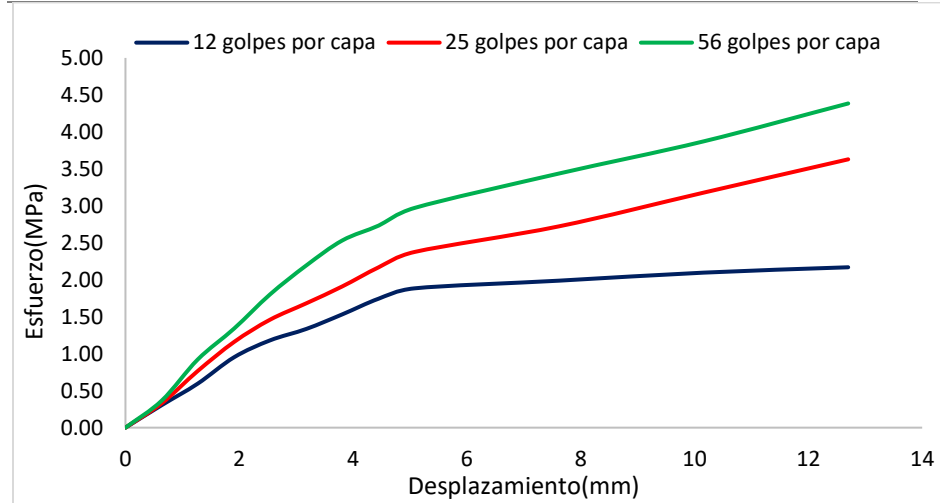
Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.367
0.05	1.27	1.78	0.001932	0.921
0.075	1.91	2.59	0.001932	1.341
0.1	2.54	3.48	0.001932	1.801
0.125	3.18	4.24	0.001932	2.195
0.15	3.81	4.89	0.001932	2.531
0.175	4.45	5.28	0.001932	2.733

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. OIP. N° 197384

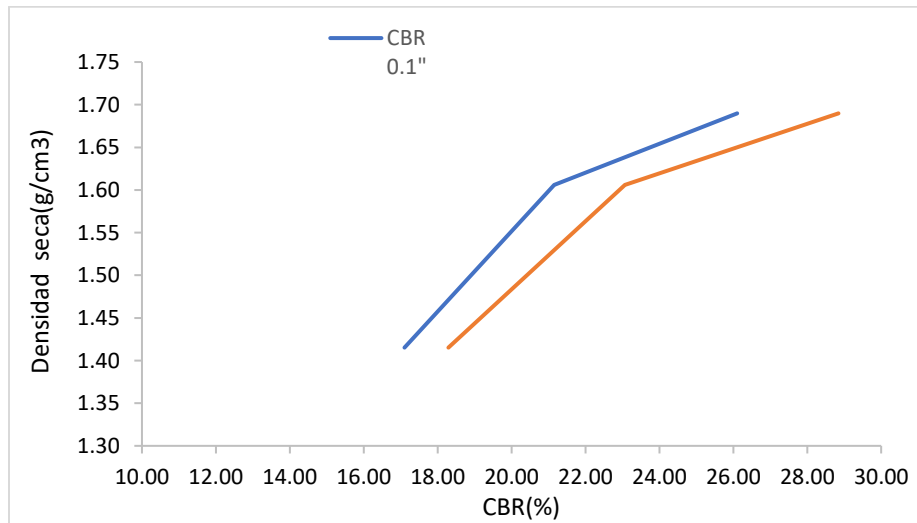




<b>0.2</b>	5.08	5.74	0.001932	2.971
<b>0.3</b>	7.62	6.64	0.001932	3.437
<b>0.4</b>	10.16	7.48	0.001932	3.872
<b>0.5</b>	12.7	8.47	0.001932	4.384



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.42	17.10	18.29
<b>25</b>	1.61	21.15	23.07
<b>56</b>	1.69	26.10	28.84



<b>M.D.S</b>	<b>1.670</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.587	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	21	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	23	%

Jorge Alejandro Barrientos Villarueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-2 + 2.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11354	11724	12084
Peso suelo húmedo (g)	3421	3797	4163
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.79	1.96
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.40</b>	<b>1.55</b>	<b>1.70</b>
Contenido de humedad(%)	15.28	15.26	15.42

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	96.56	88.86	89.56	103.25	89.28	88.32
Rec + suelo seco	g	94.52	86.72	87.31	101.05	86.98	85.97
Peso del recipiente	g	81.1	72.78	72.55	86.65	72.12	70.68
Peso del suelo seco	g	13.42	13.94	14.76	14.4	14.86	15.29
Peso del agua	g	2.04	2.14	2.25	2.2	2.3	2.35
Contenido de Humedad	%	15.20	15.35	15.24	15.28	15.48	15.37
Humedad promedio	%	15.28		15.26		15.42	

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(KN)	(m <sup>2</sup> )	(Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.58	0.001932	0.30
0.050	1.27	1.13	0.001932	0.58
0.075	1.91	1.72	0.001932	0.89
0.100	2.54	2.19	0.001932	1.13
0.125	3.18	2.62	0.001932	1.36
0.150	3.81	2.89	0.001932	1.50
0.175	4.45	3.29	0.001932	1.70
0.200	5.08	3.50	0.001932	1.81
0.300	7.62	3.82	0.001932	1.98
0.400	10.16	4.02	0.001932	2.08
0.500	12.7	4.15	0.001932	2.15

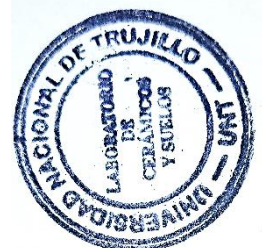
  

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(KN)	(m <sup>2</sup> )	(Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.6	0.001932	0.31
0.050	1.27	1.42	0.001932	0.73
0.075	1.91	2.16	0.001932	1.12
0.100	2.54	2.68	0.001932	1.39
0.125	3.18	3.22	0.001932	1.67
0.150	3.81	3.61	0.001932	1.87
0.175	4.45	4.02	0.001932	2.08
0.200	5.08	4.28	0.001932	2.22
0.300	7.62	5.01	0.001932	2.59
0.400	10.16	5.48	0.001932	2.84
0.500	12.70	6.18	0.001932	3.20

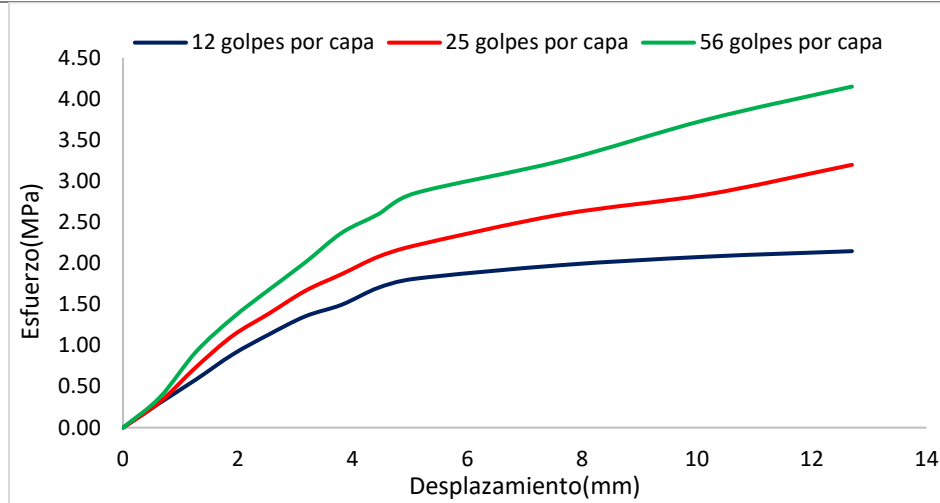
  

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(kN)	(m <sup>2</sup> )	(Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.367
0.050	1.27	1.78	0.001932	0.921
0.075	1.91	2.58	0.001932	1.335
0.100	2.54	3.24	0.001932	1.677
0.125	3.18	3.89	0.001932	2.013
0.150	3.81	4.58	0.001932	2.371
0.175	4.45	5.02	0.001932	2.598

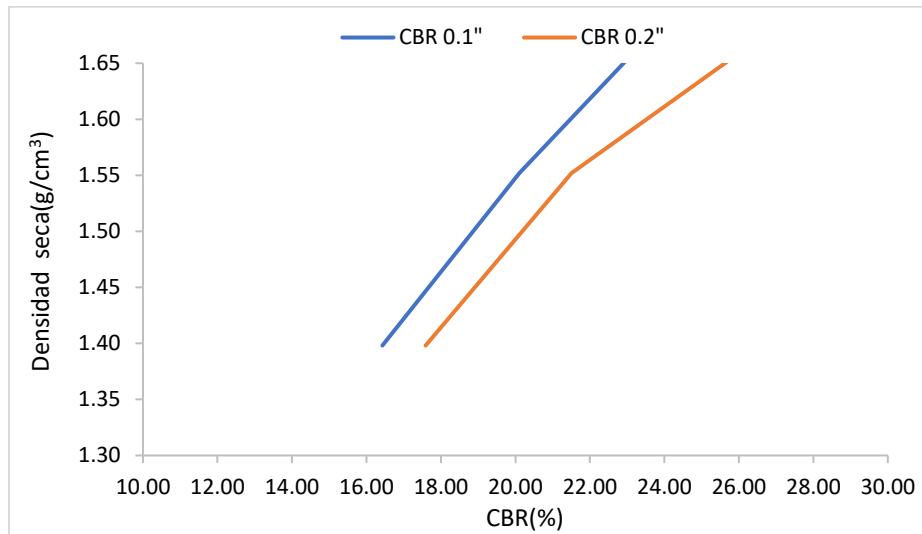
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197394



<b>0.200</b>	5.08	5.51	0.001932	2.852
<b>0.300</b>	7.62	6.27	0.001932	3.245
<b>0.400</b>	10.16	7.24	0.001932	3.747
<b>0.500</b>	12.7	8.02	0.001932	4.151



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.40	16.43	17.59
<b>25</b>	1.55	20.10	21.51
<b>56</b>	1.70	24.30	27.69



<b>M.D.S</b>	<b>1.670</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.587	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	20	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	23	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-3 + 2.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11345	11748	12068
Peso suelo húmedo (g)	3418	3813	4147
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.80	1.95
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.40</b>	<b>1.55</b>	<b>1.69</b>
Contenido de humedad(%)	15.37	15.58	15.40

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo	g	89.14	89.64	112.77	97.18	109.67	117.21
Rec + suelo seco	g	86.18	86.99	109.98	94.69	106.29	114.29
Peso del recipiente	g	66.78	69.87	92.21	78.59	84.32	95.35
Peso del suelo seco	g	19.40	17.12	17.77	16.10	21.97	18.94
Peso del agua	g	2.96	2.65	2.79	2.49	3.38	2.92
Contenido de Humedad	%	15.26	15.48	15.70	15.47	15.38	15.42
Humedad promedio	%	15.37		15.58		15.40	

**Ensayo de CBR**

**12 golpes por capa**



Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.10	0.001932	0.57
0.075	1.91	1.68	0.001932	0.87
0.100	2.54	2.15	0.001932	1.11
0.125	3.18	2.55	0.001932	1.32
0.150	3.81	2.90	0.001932	1.50
0.175	4.45	3.25	0.001932	1.68
0.200	5.08	3.45	0.001932	1.79
0.300	7.62	3.80	0.001932	1.97
0.400	10.16	3.99	0.001932	2.07
0.500	12.7	4.17	0.001932	2.16

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.59	0.001932	0.31
0.050	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	2.1	0.001932	1.09
0.100	2.54	2.63	0.001932	1.36
0.125	3.18	3.18	0.001932	1.65
0.150	3.81	3.55	0.001932	1.84
0.175	4.45	3.89	0.001932	2.01
0.200	5.08	4.2	0.001932	2.17
0.300	7.62	4.89	0.001932	2.53
0.400	10.16	5.37	0.001932	2.78
0.500	12.70	6.04	0.001932	3.13

**Ensayo de CBR**

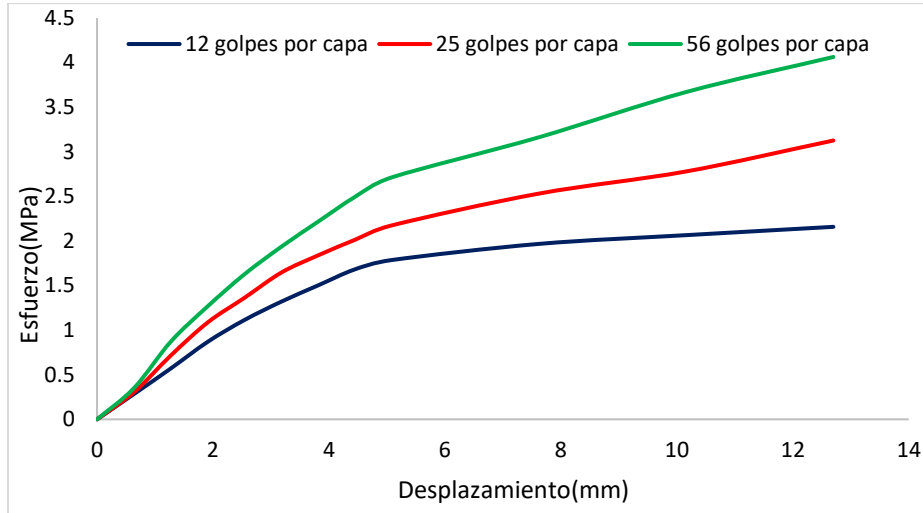
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.352
0.050	1.27	1.68	0.001932	0.870
0.075	1.91	2.45	0.001932	1.268
0.100	2.54	3.14	0.001932	1.625
0.125	3.18	3.74	0.001932	1.936
0.150	3.81	4.28	0.001932	2.215
0.175	4.45	4.82	0.001932	2.495
0.200	5.08	5.24	0.001932	2.712

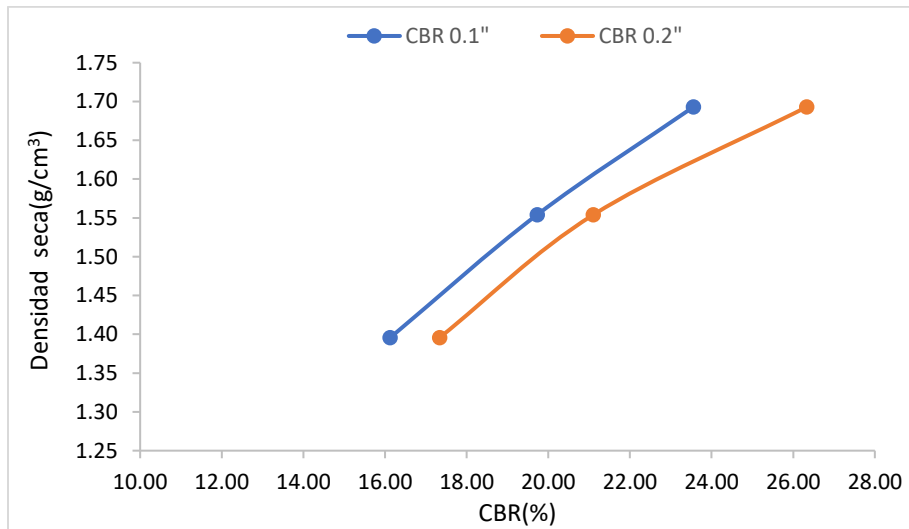
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. O.P. N° 197384



<b>0.300</b>	7.62	6.11	0.001932	3.163
<b>0.400</b>	10.16	7.09	0.001932	3.670
<b>0.500</b>	12.7	7.85	0.001932	4.063



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.40	16.13	17.34
<b>25</b>	1.55	19.73	21.11
<b>56</b>	1.69	23.55	26.33



<b>M.D.S</b>	<b>1.670</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.587	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	19	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	22	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384





## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I. 2021

**MUESTRA :** C-4 + 2.5% DE PET

**SOLICITADO :** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11487	11698	12094
Peso suelo húmedo (g)	3563	3763	4169
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.77	1.96
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.45</b>	<b>1.54</b>	<b>1.70</b>
Contenido de humedad(%)	15.46	15.46	15.70

#### Datos de humedad del ensayo

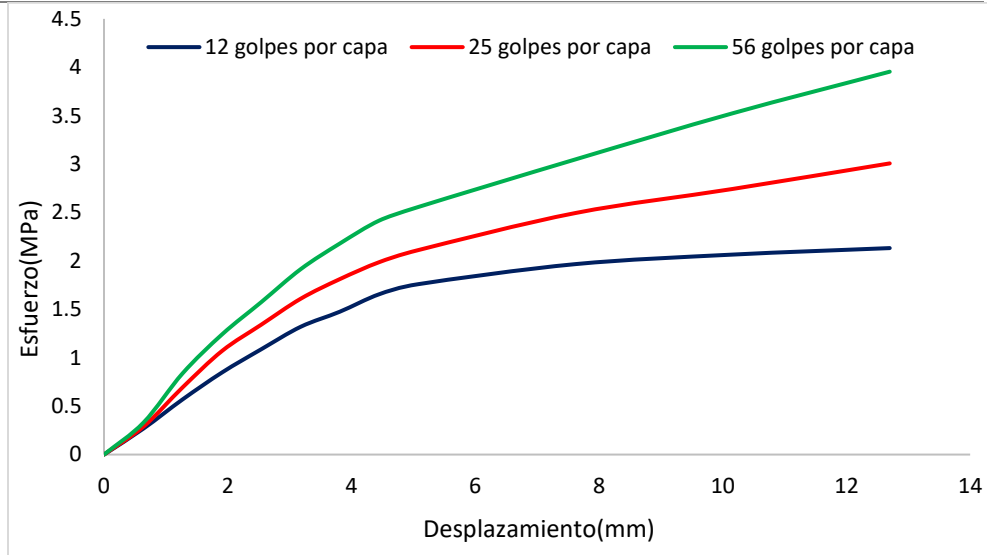
Muestra #		12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo	G	99.34	78.03	87.64	97.48	78.47	87.38
Rec + suelo seco	G	95.96	74.99	84.85	94.95	75.79	84.85
Peso del recipiente	G	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco	G	21.95	19.58	18.20	16.23	16.90	16.27
Peso del agua	G	3.38	3.04	2.79	2.53	2.68	2.53
Contenido de Humedad	%	15.40	15.53	15.33	15.59	15.86	15.55
Humedad promedio	%	15.46		15.46		15.70	

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.52	0.001932	0.27
0.050	1.27	1.10	0.001932	0.57
0.075	1.91	1.64	0.001932	0.85
0.100	2.54	2.10	0.001932	1.09
0.125	3.18	2.55	0.001932	1.32
0.150	3.81	2.85	0.001932	1.48
0.175	4.45	3.20	0.001932	1.66
0.200	5.08	3.40	0.001932	1.76
0.300	7.62	3.80	0.001932	1.97
0.400	10.16	3.99	0.001932	2.07
0.500	12.7	4.12	0.001932	2.13
Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.56	0.001932	0.29
0.050	1.27	1.34	0.001932	0.69
0.075	1.91	2.07	0.001932	1.07
0.100	2.54	2.59	0.001932	1.34
0.125	3.18	3.11	0.001932	1.61
0.150	3.81	3.5	0.001932	1.81
0.175	4.45	3.84	0.001932	1.99
0.200	5.08	4.08	0.001932	2.11
0.300	7.62	4.82	0.001932	2.49
0.400	10.16	5.3	0.001932	2.74
0.500	12.70	5.81	0.001932	3.01
Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.64	0.001932	0.331
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.839
0.075	1.91	2.4	0.001932	1.242
0.100	2.54	3.04	0.001932	1.573
0.125	3.18	3.7	0.001932	1.915
0.150	3.81	4.21	0.001932	2.179
0.175	4.45	4.67	0.001932	2.417

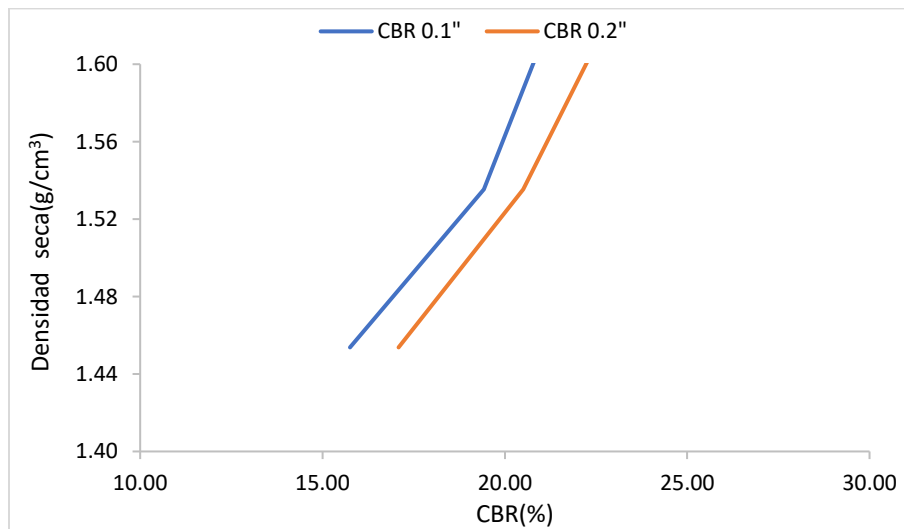
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384



<b>0.200</b>	5.08	4.94	0.001932	2.557
<b>0.300</b>	7.62	5.89	0.001932	3.049
<b>0.400</b>	10.16	6.81	0.001932	3.525
<b>0.500</b>	12.7	7.64	0.001932	3.954



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.45	15.75	17.09
<b>25</b>	1.54	19.43	20.50
<b>56</b>	1.70	22.80	24.82



<b>M.D.S</b>	<b>1.670</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.587	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	21	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	22	%

Jorge Alejandro Barrantes Villarueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO – BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-5 + 2.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7925	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11341	11648	12067
Peso suelo húmedo (g)	3416	3713	4146
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.75	1.95
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.39</b>	<b>1.51</b>	<b>1.69</b>
Contenido de humedad(%)	15.62	15.58	15.34


### Datos de humedad del ensayo

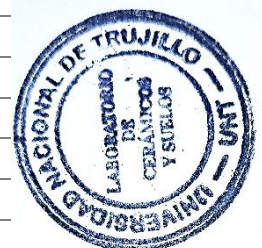
Muestra #		12 golpes	25 golpes	56 golpes			
Rec + suelo húmedo	g	101.84	99.01	93.21	106.47	89.12	98.72
Rec + suelo seco	g	98.90	95.97	90.17	103.42	85.91	95.67
Peso del recipiente	g	79.89	76.69	70.65	83.85	65.08	75.69
Peso del suelo seco	g	19.01	19.28	19.52	19.57	20.83	19.98
Peso del agua	g	2.94	3.04	3.04	3.05	3.21	3.05
Contenido de Humedad	%	15.47	15.77	15.57	15.59	15.41	15.27
Humedad promedio	%	15.62		15.58		15.34	

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.50	0.001932	0.26
0.050	1.27	1.12	0.001932	0.58
0.075	1.91	1.66	0.001932	0.86
0.100	2.54	2.14	0.001932	1.11
0.125	3.18	2.58	0.001932	1.34
0.150	3.81	2.92	0.001932	1.51
0.175	4.45	3.17	0.001932	1.64
0.200	5.08	3.38	0.001932	1.75
0.300	7.62	3.77	0.001932	1.95
0.400	10.16	3.94	0.001932	2.04
0.500	12.7	4.08	0.001932	2.11

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.54	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.36	0.001932	0.70
0.075	1.91	2.04	0.001932	1.06
0.100	2.54	2.59	0.001932	1.34
0.125	3.18	3.14	0.001932	1.63
0.150	3.81	3.52	0.001932	1.82
0.175	4.45	3.81	0.001932	1.97
0.200	5.08	4.12	0.001932	2.13
0.300	7.62	4.8	0.001932	2.48
0.400	10.16	5.34	0.001932	2.76
0.500	12.70	5.74	0.001932	2.97

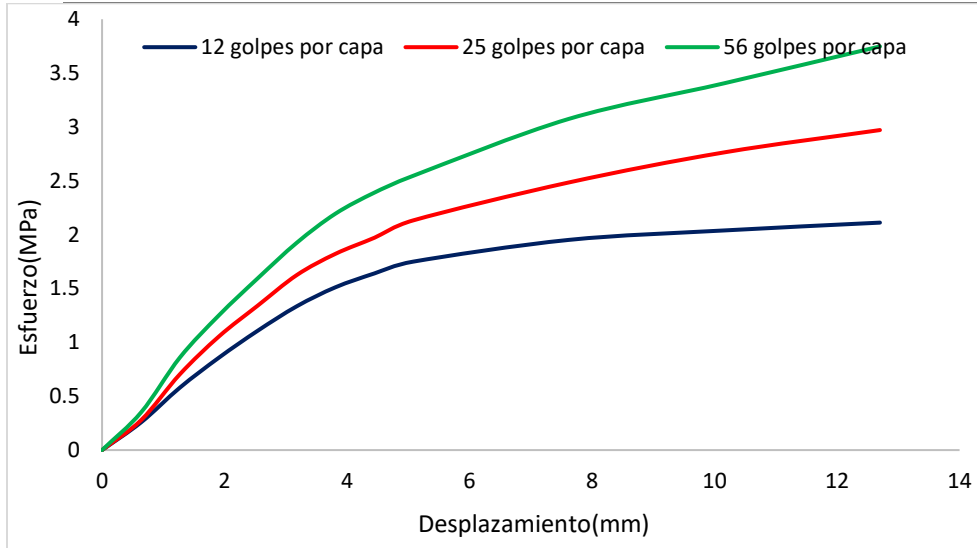
Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.352
0.050	1.27	1.66	0.001932	0.859
0.075	1.91	2.42	0.001932	1.253
0.100	2.54	3.08	0.001932	1.594
0.125	3.18	3.72	0.001932	1.925
0.150	3.81	4.24	0.001932	2.195
0.175	4.45	4.62	0.001932	2.391

  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.P. N° 197384

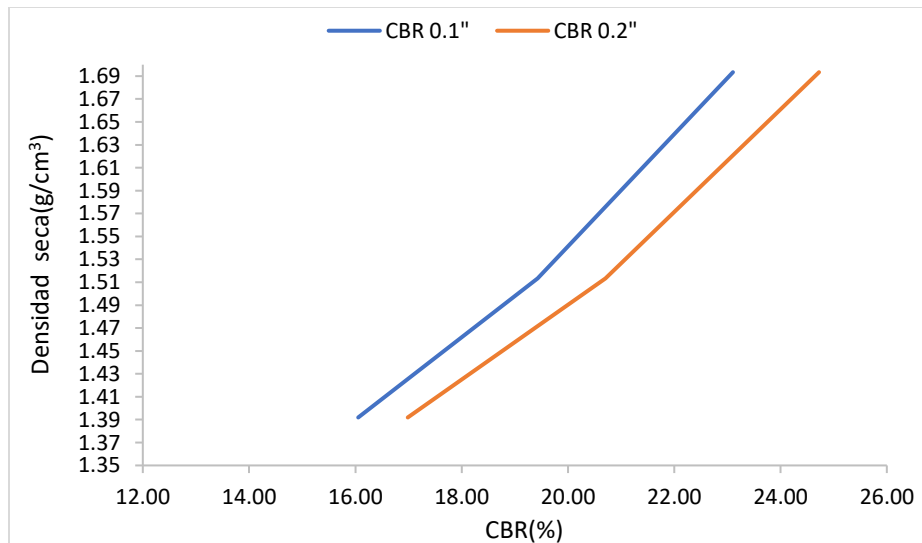




<b>0.200</b>	5.08	4.92	0.001932	2.547
<b>0.300</b>	7.62	5.94	0.001932	3.075
<b>0.400</b>	10.16	6.58	0.001932	3.406
<b>0.500</b>	12.7	7.24	0.001932	3.747



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.39	16.05	16.99
<b>25</b>	1.51	19.43	20.70
<b>56</b>	1.69	23.10	24.72



<b>M.D.S</b>	<b>1.670</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	<b>1.587</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	<b>20</b>	<b>%</b>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	<b>22</b>	<b>%</b>

Jorge Alejandro Barrantes Villalueva  
ING. DE MATERIALES  
R. OIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-6 + 2.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7925	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11341	11648	12067
Peso suelo húmedo (g)	3416	3713	4146
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.75	1.95
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.44</b>	<b>1.56</b>	<b>1.74</b>
Contenido de humedad(%)	11.58	12.25	12.34

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo	g	85.94	95.27	88.45	95.47	92.47	89.45
Rec + suelo seco	g	83.47	93.48	86.21	93.28	90.24	87.24
Peso del recipiente	g	62.45	77.80	68.45	74.85	71.95	69.54
Peso del suelo seco	g	21.02	15.68	17.76	18.43	18.29	17.70
Peso del agua	g	2.47	1.79	2.24	2.19	2.23	2.21
Contenido de Humedad	%	11.75	11.42	12.61	11.88	12.19	12.49
Humedad promedio	%	11.58		12.25		12.34	
Ensayo de CBR		12 golpes por capa					



Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.50	0.001932	0.26
0.050	1.27	1.12	0.001932	0.58
0.075	1.91	1.66	0.001932	0.86
0.100	2.54	2.14	0.001932	1.11
0.125	3.18	2.58	0.001932	1.34
0.150	3.81	2.92	0.001932	1.51
0.175	4.45	3.17	0.001932	1.64
0.200	5.08	3.38	0.001932	1.75
0.300	7.62	3.77	0.001932	1.95
0.400	10.16	3.94	0.001932	2.04
0.500	12.7	4.08	0.001932	2.11

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.54	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.36	0.001932	0.70
0.075	1.91	2.04	0.001932	1.06
0.100	2.54	2.59	0.001932	1.34
0.125	3.18	3.14	0.001932	1.63
0.150	3.81	3.52	0.001932	1.82
0.175	4.45	3.81	0.001932	1.97
0.200	5.08	4.12	0.001932	2.13
0.300	7.62	4.8	0.001932	2.48
0.400	10.16	5.34	0.001932	2.76
0.500	12.70	5.74	0.001932	2.97

**Ensayo de CBR**

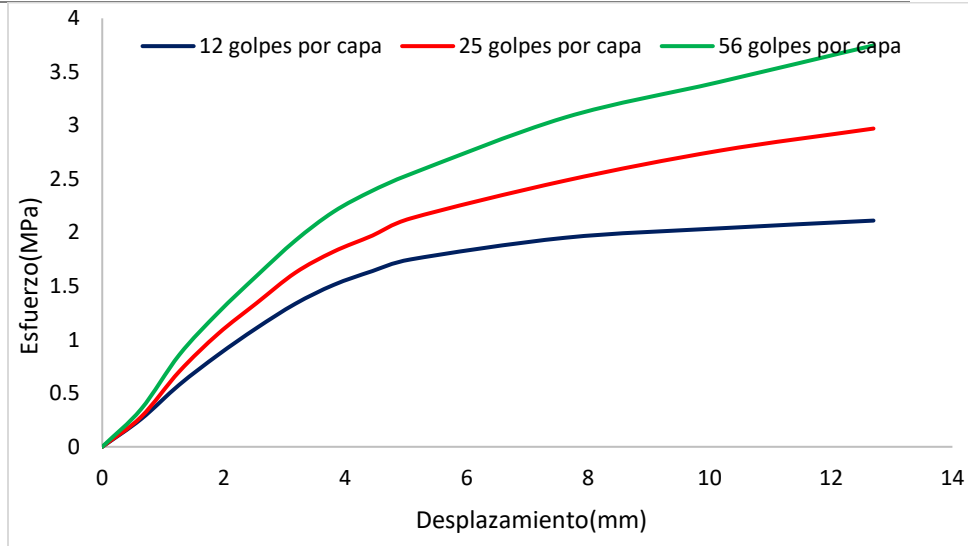
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.352
0.050	1.27	1.66	0.001932	0.859
0.075	1.91	2.42	0.001932	1.253
0.100	2.54	3.08	0.001932	1.594
0.125	3.18	3.72	0.001932	1.925
0.150	3.81	4.24	0.001932	2.195
0.175	4.45	4.62	0.001932	2.391
0.200	5.08	4.92	0.001932	2.547

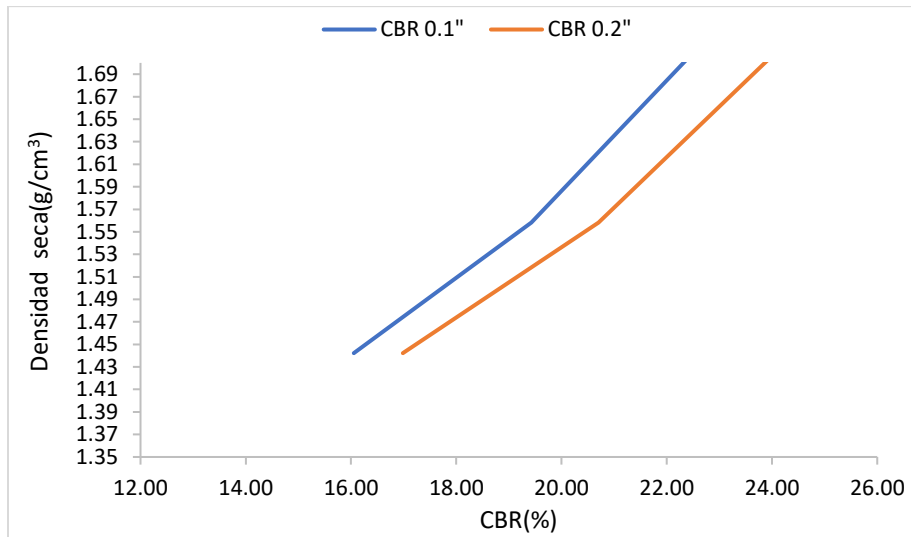
*Jorge Alejandro Barrantes Villarueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 157384



<b>0.300</b>	7.62	5.94	0.001932	3.075
<b>0.400</b>	10.16	6.58	0.001932	3.406
<b>0.500</b>	12.7	7.24	0.001932	3.747



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.44	16.05	16.99
<b>25</b>	1.56	19.43	20.70
<b>56</b>	1.74	23.10	24.72



<b>M.D.S</b>	<b>1.670</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.587	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	20	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	22	%

*Jorge Alejandro Barrantes Villarejo*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-7 + 2.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
-----  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11324	11694	12068
Peso suelo húmedo (g)	3391	3767	4147
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.77	1.95
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.42</b>	<b>1.59</b>	<b>1.75</b>
Contenido de humedad(%)	12.30	11.51	11.64

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	98.45	79.48	97.41	86.45	95.68	86.45
Rec + suelo seco	g	97.45	77.58	95.14	84.37	93.24	84.25
Peso del recipiente	g	89.74	61.24	75.24	66.45	72.12	65.48
Peso del suelo seco	g	7.71	16.34	19.9	17.92	21.12	18.77
Peso del agua	g	1	1.9	2.27	2.08	2.44	2.2
Contenido de Humedad	%	12.97	11.63	11.41	11.61	11.55	11.72
Humedad promedio	%	12.30		11.51		11.64	

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(KN)	(m <sup>2</sup> )	(Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.58	0.001932	0.30
0.050	1.27	1.13	0.001932	0.58
0.075	1.91	1.72	0.001932	0.89
0.100	2.54	2.19	0.001932	1.13
0.125	3.18	2.62	0.001932	1.36
0.150	3.81	2.89	0.001932	1.50
0.175	4.45	3.29	0.001932	1.70
0.200	5.08	3.50	0.001932	1.81
0.300	7.62	3.82	0.001932	1.98
0.400	10.16	4.02	0.001932	2.08
0.500	12.7	4.15	0.001932	2.15

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(KN)	(m <sup>2</sup> )	(Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.6	0.001932	0.31
0.050	1.27	1.42	0.001932	0.73
0.075	1.91	2.16	0.001932	1.12
0.100	2.54	2.68	0.001932	1.39
0.125	3.18	3.22	0.001932	1.67
0.150	3.81	3.61	0.001932	1.87
0.175	4.45	4.02	0.001932	2.08
0.200	5.08	4.28	0.001932	2.22
0.300	7.62	5.01	0.001932	2.59
0.400	10.16	5.48	0.001932	2.84
0.500	12.70	6.18	0.001932	3.20

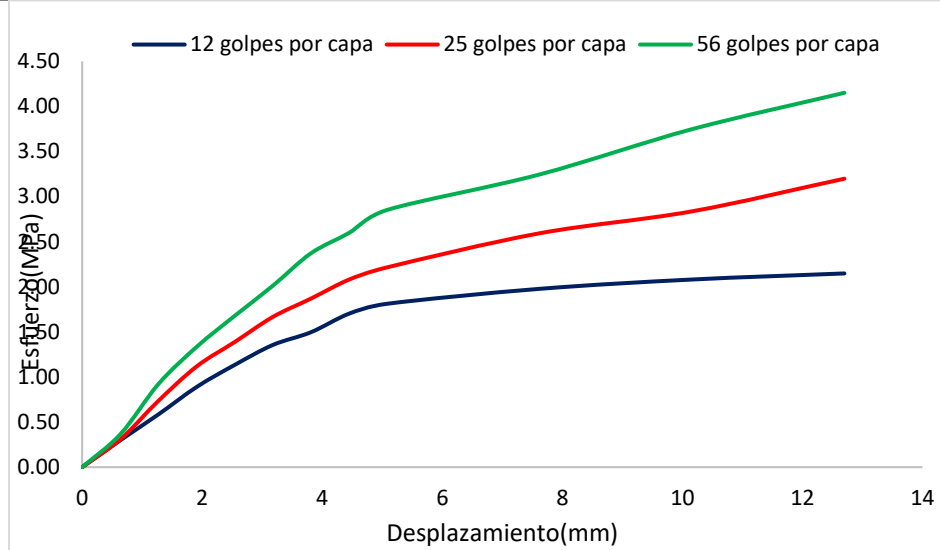
  

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(kN)	(m <sup>2</sup> )	(Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.367
0.050	1.27	1.78	0.001932	0.921
0.075	1.91	2.58	0.001932	1.335
0.100	2.54	3.24	0.001932	1.677
0.125	3.18	3.89	0.001932	2.013
0.150	3.81	4.58	0.001932	2.371
0.175	4.45	5.02	0.001932	2.598

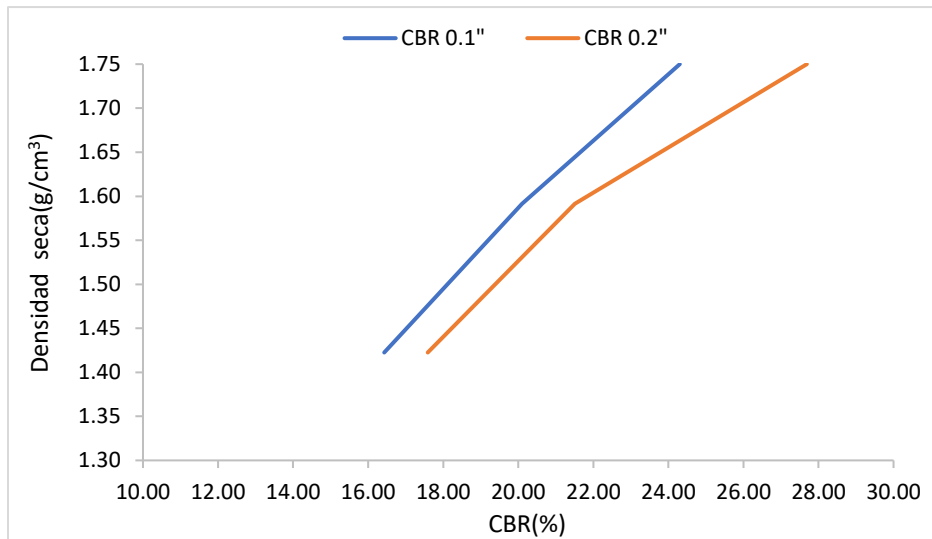
Jorge Alejandro Barrantes Vilarte  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.200</b>	5.08	5.51	0.001932	2.852
<b>0.300</b>	7.62	6.27	0.001932	3.245
<b>0.400</b>	10.16	7.24	0.001932	3.747
<b>0.500</b>	12.7	8.02	0.001932	4.151



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.42	16.43	17.59
<b>25</b>	1.59	20.10	21.51
<b>56</b>	1.75	24.30	27.69



<b>M.D.S</b>	<b>1.670</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.587	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	21	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	22	%

Jorge Alejandro Barrientes Vilalueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384





## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-8 + 2.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.I.P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11405	11854	12054
Peso suelo húmedo (g)	3472	3927	4133
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.64	1.85	1.95
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.42</b>	<b>1.61</b>	<b>1.69</b>
Contenido de humedad(%)	15.58	15.20	15.22

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	87.69	80.78	79.45	98.56	98.45	97.96
Rec + suelo seco	g	85.75	78.75	77.48	96.57	96.19	95.89
Peso del recipiente	g	73.24	65.78	64.54	83.45	81.42	82.22
Peso del suelo seco	g	12.51	12.97	12.94	13.12	14.77	13.67
Peso del agua	g	1.94	2.03	1.97	1.99	2.26	2.07
Contenido de Humedad	%	15.51	15.65	15.22	15.17	15.30	15.14
Humedad promedio	%	15.58		15.20		15.22	

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(KN)	(m2)	(Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.59	0.001932	0.31
0.05	1.27	1.15	0.001932	0.60
0.075	1.91	1.84	0.001932	0.95
0.1	2.54	2.28	0.001932	1.18
0.125	3.18	2.58	0.001932	1.34
0.15	3.81	2.96	0.001932	1.53
0.175	4.45	3.37	0.001932	1.74
0.2	5.08	3.64	0.001932	1.88
0.3	7.62	3.84	0.001932	1.99
0.4	10.16	4.05	0.001932	2.10
0.5	12.7	4.19	0.001932	2.17

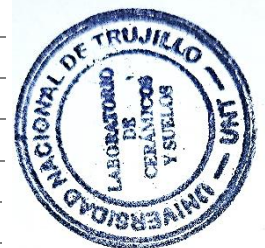
  

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(KN)	(m2)	(Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.64	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.48	0.001932	0.77
0.075	1.91	2.24	0.001932	1.16
0.100	2.54	2.82	0.001932	1.46
0.125	3.18	3.25	0.001932	1.68
0.150	3.81	3.69	0.001932	1.91
0.175	4.45	4.19	0.001932	2.17
0.200	5.08	4.59	0.001932	2.38
0.300	7.62	5.26	0.001932	2.72
0.400	10.16	6.14	0.001932	3.18
0.500	12.70	7.01	0.001932	3.63

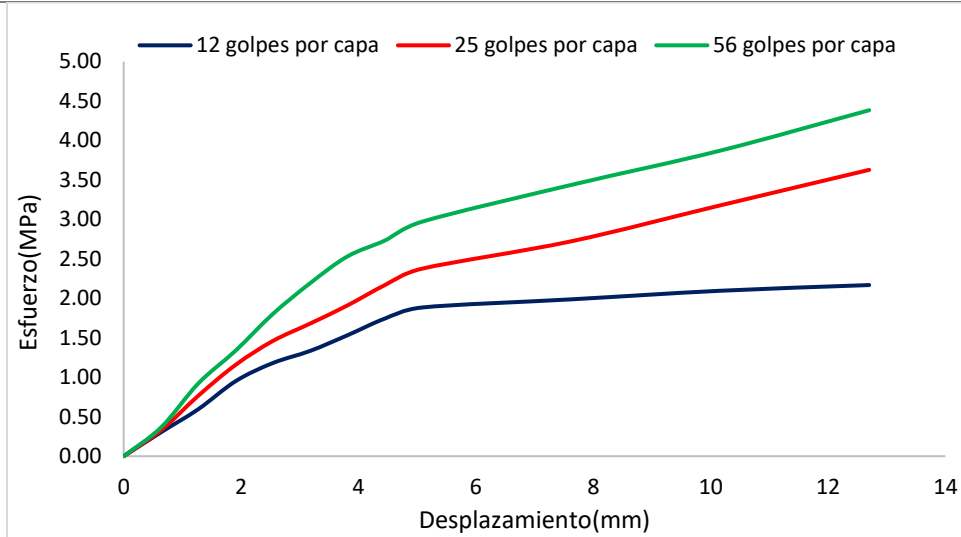
Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración	Penetración	Carga	Area	Esfuerzo
(pulg)	(mm)	(kN)	(m2)	(Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.367
0.05	1.27	1.78	0.001932	0.921
0.075	1.91	2.59	0.001932	1.341
0.1	2.54	3.48	0.001932	1.801
0.125	3.18	4.24	0.001932	2.195
0.15	3.81	4.89	0.001932	2.531
0.175	4.45	5.28	0.001932	2.733

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

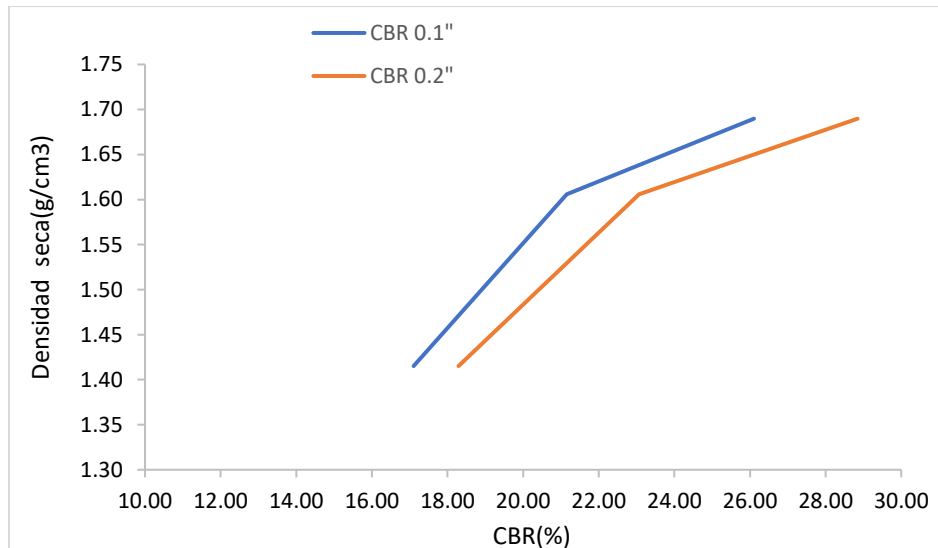




<b>0.2</b>	5.08	5.74	0.001932	2.971
<b>0.3</b>	7.62	6.64	0.001932	3.437
<b>0.4</b>	10.16	7.48	0.001932	3.872
<b>0.5</b>	12.7	8.47	0.001932	4.384



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.42	17.10	18.29
<b>25</b>	1.61	21.15	23.07
<b>56</b>	1.69	26.10	28.84



<b>M.D.S</b>	<b>1.670</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.587	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	21	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	23	%

Jorge Alejandro Barrantes Villarejo  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-1 + 5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10984	11119	11324
Peso suelo húmedo (g)	3057	3184	3403
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.44	1.50	1.60
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.24</b>	<b>1.30</b>	<b>1.39</b>
Contenido de humedad(%)	15.72	15.80	15.61

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo	G	95.24	79.40	101.75	98.16	98.45	118.34
Rec + suelo seco	G	92.60	76.79	97.61	94.00	94.28	113.35
Peso del recipiente	G	76.00	60.00	71.34	67.74	68.00	80.86
Peso del suelo seco	G	16.60	16.79	26.27	26.26	26.28	32.49
Peso del agua	G	2.64	2.61	4.14	4.16	4.17	4.99
Contenido de Humedad	%	15.90	15.54	15.76	15.84	15.87	15.36
Humedad promedio	%	15.72		15.80		15.61	
<b>Ensayo de CBR</b>		12 golpes por capa					

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.20
0.05	1.27	0.62	0.001932	0.32
0.075	1.91	0.88	0.001932	0.46
0.1	2.54	1.02	0.001932	0.53
0.125	3.18	1.26	0.001932	0.65
0.15	3.81	1.45	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.54	0.001932	0.80
0.2	5.08	1.62	0.001932	0.84
0.3	7.62	1.74	0.001932	0.90
0.4	10.16	1.79	0.001932	0.93
0.5	12.7	1.89	0.001932	0.98

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

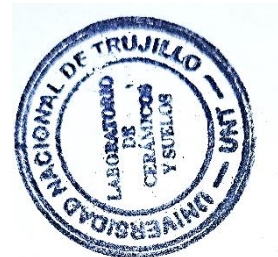
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.76	0.001932	0.39
0.075	1.91	0.95	0.001932	0.49
0.100	2.54	1.21	0.001932	0.63
0.125	3.18	1.47	0.001932	0.76
0.150	3.81	1.61	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.74	0.001932	0.90
0.200	5.08	1.84	0.001932	0.95
0.300	7.62	1.94	0.001932	1.00
0.400	10.16	1.95	0.001932	1.01
0.500	12.70	2.04	0.001932	1.06

**Ensayo de CBR**

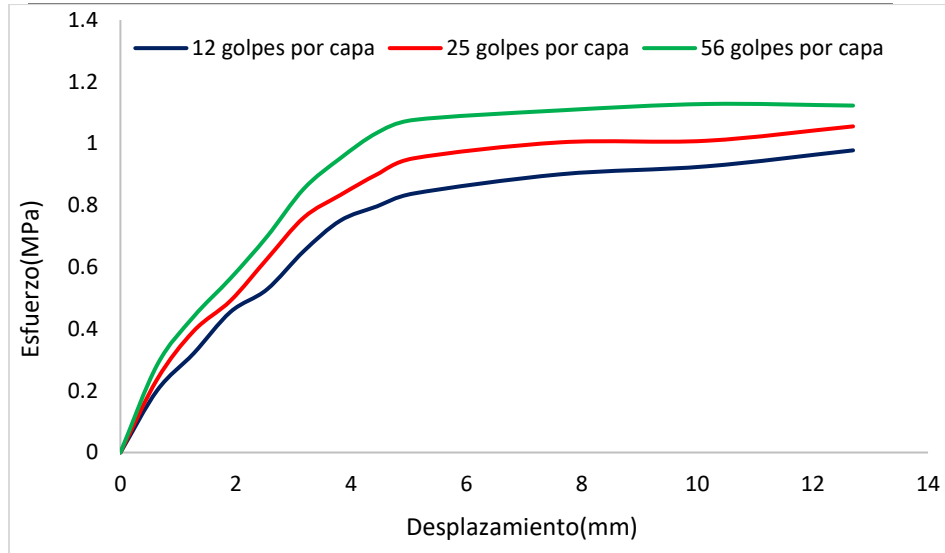
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.285
0.05	1.27	0.85	0.001932	0.440
0.075	1.91	1.09	0.001932	0.564
0.1	2.54	1.35	0.001932	0.699
0.125	3.18	1.65	0.001932	0.854
0.15	3.81	1.84	0.001932	0.952
0.175	4.45	2	0.001932	1.035
0.2	5.08	2.08	0.001932	1.077

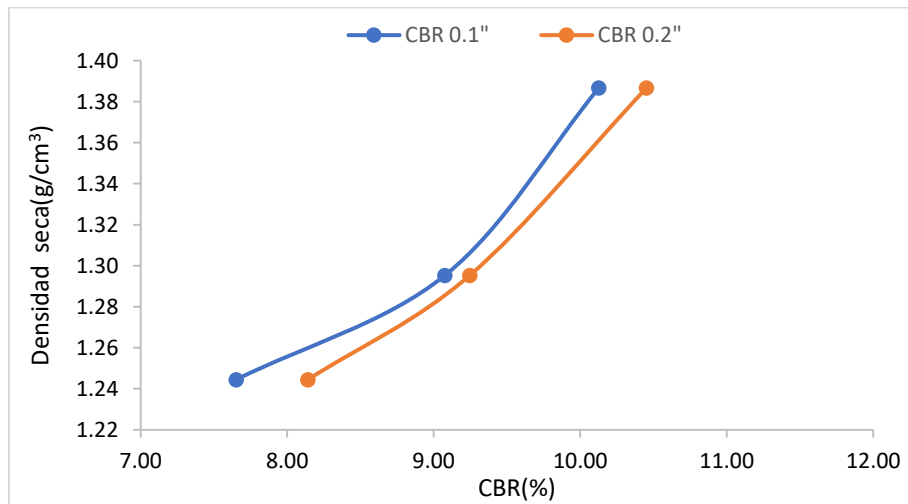
*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384



<b>0.3</b>	7.62	2.14	0.001932	1.108
<b>0.4</b>	10.16	2.18	0.001932	1.128
<b>0.5</b>	12.7	2.17	0.001932	1.123



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.24	7.65	8.14
<b>25</b>	1.30	9.08	9.25
<b>56</b>	1.39	10.13	10.45



<b>M.D.S</b>	<b>1.360</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.292	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	9	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	9.5	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-2 + 5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11034	11184	11324
Peso suelo húmedo (g)	3101	3257	3403
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.53	1.60
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.29</b>	<b>1.35</b>
Contenido de humedad(%)	18.48	18.56	18.60

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g 81.24	79.85	99.45	84.67	84.45	97.45
Rec + suelo seco	g 79.01	77.68	97.12	82.14	82.19	95.36
Peso del recipiente	g 67.1	65.78	84.62	68.45	70.01	84.15
Peso del suelo seco	g 11.91	11.9	12.5	13.69	12.18	11.21
Peso del agua	g 2.23	2.17	2.33	2.53	2.26	2.09
Contenido de Humedad	% 18.72	18.24	18.64	18.48	18.56	18.64
Humedad promedio	% 18.48		18.56		18.60	



Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.54	0.001932	0.28
0.075	1.91	0.76	0.001932	0.39
0.100	2.54	0.97	0.001932	0.50
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.150	3.81	1.31	0.001932	0.68
0.175	4.45	1.45	0.001932	0.75
0.200	5.08	1.54	0.001932	0.80
0.300	7.62	1.74	0.001932	0.90
0.400	10.16	1.89	0.001932	0.98
0.500	12.70	2.01	0.001932	1.04

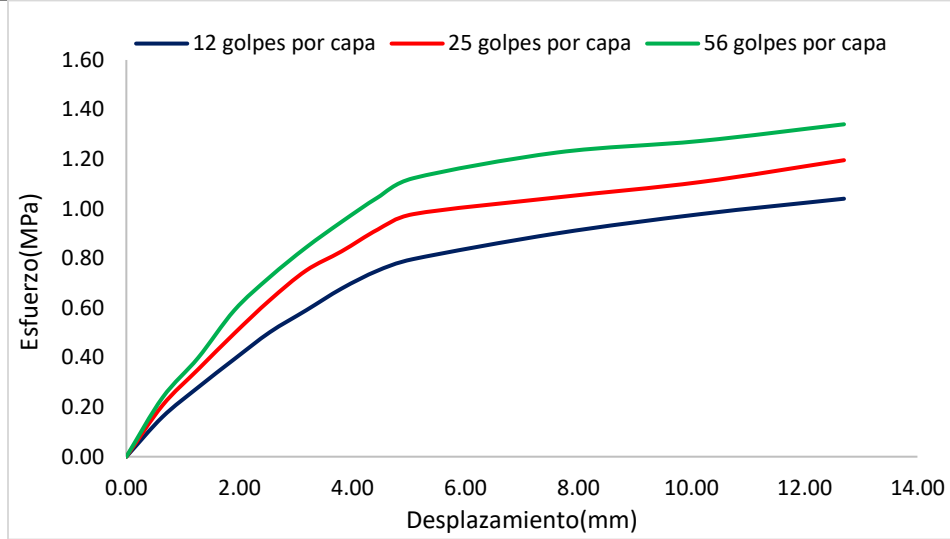
Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.40	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.68	0.001932	0.35
0.075	1.91	0.96	0.001932	0.50
0.100	2.54	1.22	0.001932	0.63
0.125	3.18	1.45	0.001932	0.75
0.150	3.81	1.60	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.77	0.001932	0.92
0.200	5.08	1.89	0.001932	0.98
0.300	7.62	2.02	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.14	0.001932	1.11
0.500	12.70	2.31	0.001932	1.20

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.77	0.001932	0.40
0.075	1.91	1.14	0.001932	0.59
0.100	2.54	1.4	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.63	0.001932	0.84
0.150	3.81	1.83	0.001932	0.95
0.175	4.45	2.02	0.001932	1.05

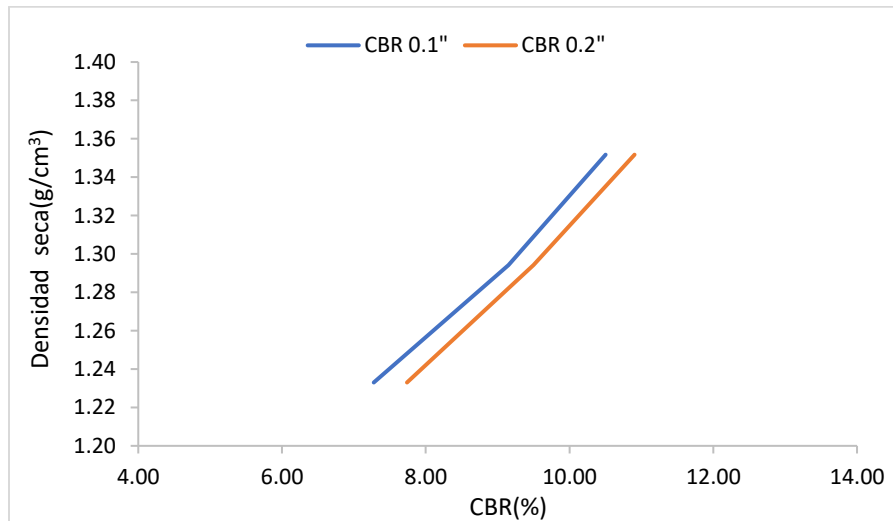
Jorge Alejandro Barrientos Villarueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.200</b>	5.08	2.17	0.001932	1.12
<b>0.300</b>	7.62	2.37	0.001932	1.23
<b>0.400</b>	10.16	2.46	0.001932	1.27
<b>0.500</b>	12.70	2.59	0.001932	1.34



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.23	7.28	7.74
<b>25</b>	1.29	9.15	9.50
<b>56</b>	1.35	10.50	10.90



<b>M.D.S</b>	<b>1.360</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.292	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	9.5	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	9.8	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
P. C.I.P. N° 197384





## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-3 + 5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C. P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10924	11174	11324
Peso suelo húmedo (g)	2991	3247	3403
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.41	1.53	1.60
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.34</b>	<b>1.42</b>
Contenido de humedad(%)	14.60	13.92	12.66

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	86.84	86.74	96.21	86.74	85.11	92.85
Rec + suelo seco	g	84.25	84.15	95.48	84.59	83.45	90.24
Peso del recipiente	g	67.1	65.78	90.45	68.45	70.01	70.11
Peso del suelo seco	g	17.15	18.37	5.03	16.14	13.44	20.13
Peso del agua	g	2.59	2.59	0.73	2.15	1.66	2.61
Contenido de Humedad	%	15.10	14.10	14.51	13.32	12.35	12.97
Humedad promedio	%	14.60			13.92		12.66

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.60	0.001932	0.31
0.075	1.91	0.84	0.001932	0.43
0.100	2.54	1.06	0.001932	0.55
0.125	3.18	1.30	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.45	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.55	0.001932	0.80
0.200	5.08	1.64	0.001932	0.85
0.300	7.62	1.79	0.001932	0.93
0.400	10.16	1.91	0.001932	0.99
0.500	12.70	2.01	0.001932	1.04

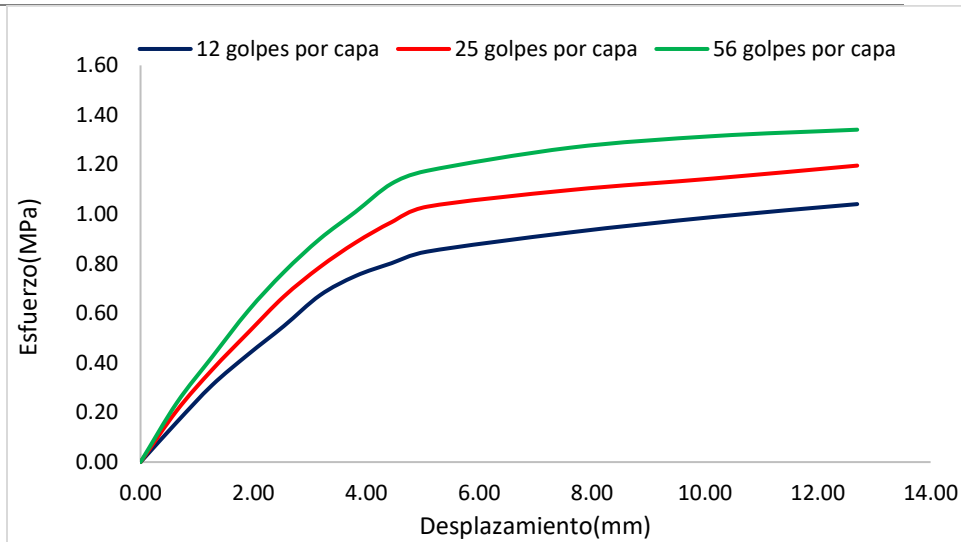
Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.40	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.72	0.001932	0.37
0.075	1.91	1.01	0.001932	0.52
0.100	2.54	1.29	0.001932	0.67
0.125	3.18	1.52	0.001932	0.79
0.150	3.81	1.71	0.001932	0.89
0.175	4.45	1.87	0.001932	0.97
0.200	5.08	1.99	0.001932	1.03
0.300	7.62	2.12	0.001932	1.10
0.400	10.16	2.21	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.31	0.001932	1.20

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.82	0.001932	0.42
0.075	1.91	1.18	0.001932	0.61
0.100	2.54	1.48	0.001932	0.77
0.125	3.18	1.74	0.001932	0.90
0.150	3.81	1.95	0.001932	1.01
0.175	4.45	2.17	0.001932	1.12

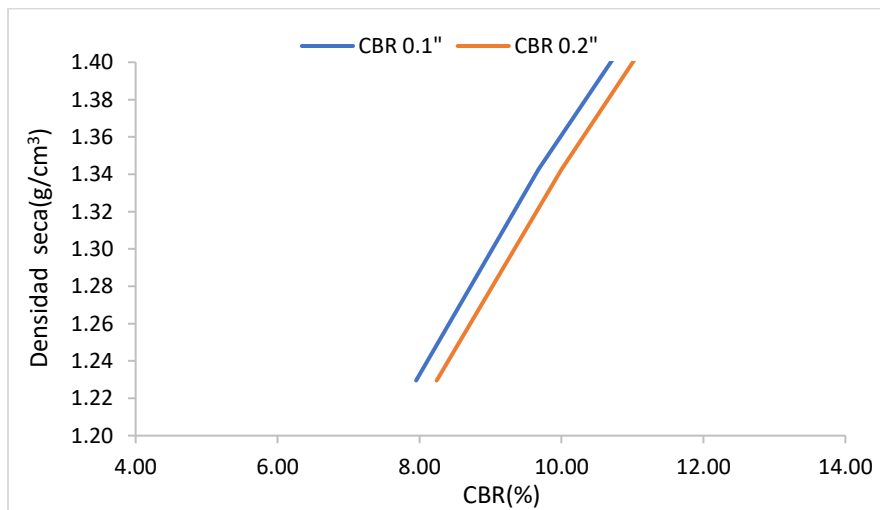
Jorge Alejandro Barrantes Villarueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.200</b>	5.08	2.27	0.001932	1.17
<b>0.300</b>	7.62	2.45	0.001932	1.27
<b>0.400</b>	10.16	2.54	0.001932	1.31
<b>0.500</b>	12.70	2.59	0.001932	1.34



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.23	7.95	8.24
<b>25</b>	1.34	9.68	10.00
<b>56</b>	1.42	11.10	11.41



<b>M.D.S</b>	<b>1.360</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.292	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	9.6	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	9.8	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-4 + 5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10874	11124	11324
Peso suelo húmedo (g)	2941	3197	3403
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.39	1.51	1.60
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.24</b>	<b>1.35</b>	<b>1.44</b>
Contenido de humedad(%)	11.66	11.44	11.26

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 79.45	81.04	86.77
Rec + suelo seco	g 77.48	79.24	84.25
Peso del recipiente	g 60.12	64.21	62.45
Peso del suelo seco	g 17.36	15.03	21.8
Peso del agua	g 1.97	1.8	2.52
Contenido de Humedad	% 11.35	11.98	11.56
Humedad promedio	% 11.66	11.44	11.26

Ensayo de CBR

**12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.60	0.001932	0.31
0.075	1.91	0.84	0.001932	0.43
0.100	2.54	1.06	0.001932	0.55
0.125	3.18	1.30	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.45	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.55	0.001932	0.80
0.200	5.08	1.64	0.001932	0.85
0.300	7.62	1.79	0.001932	0.93
0.400	10.16	1.91	0.001932	0.99
0.500	12.70	2.01	0.001932	1.04

Ensayo de CBR

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.40	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.72	0.001932	0.37
0.075	1.91	1.01	0.001932	0.52
0.100	2.54	1.29	0.001932	0.67
0.125	3.18	1.52	0.001932	0.79
0.150	3.81	1.71	0.001932	0.89
0.175	4.45	1.87	0.001932	0.97
0.200	5.08	1.99	0.001932	1.03
0.300	7.62	2.12	0.001932	1.10
0.400	10.16	2.21	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.31	0.001932	1.20

Ensayo de CBR

56 golpes por capa

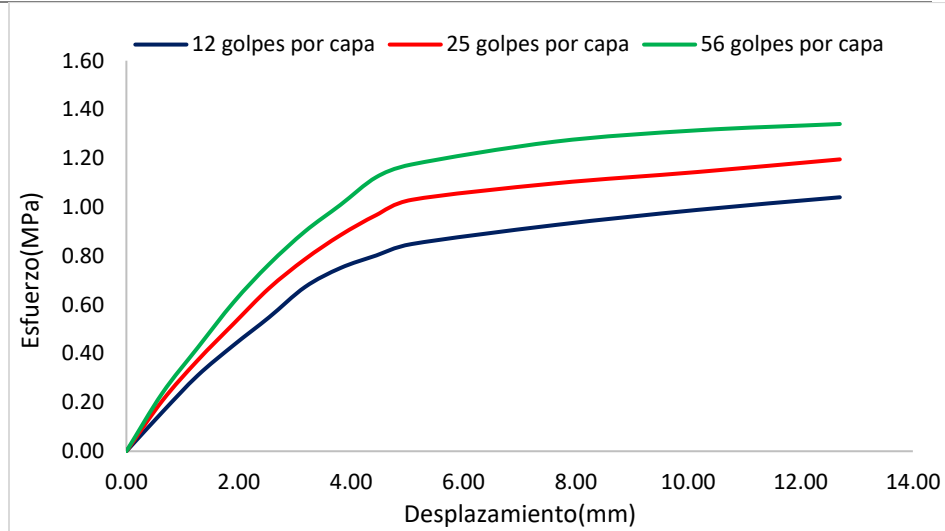
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.82	0.001932	0.42
0.075	1.91	1.18	0.001932	0.61
0.100	2.54	1.48	0.001932	0.77
0.125	3.18	1.74	0.001932	0.90
0.150	3.81	1.95	0.001932	1.01
0.175	4.45	2.17	0.001932	1.12
0.200	5.08	2.27	0.001932	1.17

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

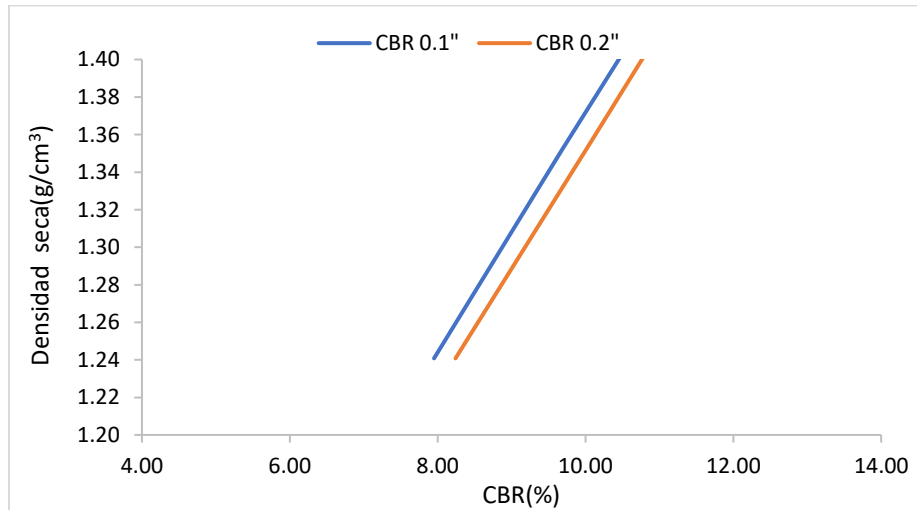




<b>0.300</b>	7.62	2.45	0.001932	1.27
<b>0.400</b>	10.16	2.54	0.001932	1.31
<b>0.500</b>	12.70	2.59	0.001932	1.34



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.24	7.95	8.24
<b>25</b>	1.35	9.68	10.00
<b>56</b>	1.44	11.10	11.41



<b>M.D.S</b>	<b>1.360</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.292	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	9.4	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	9.6	%

Jorge Alejandro Barrantes Vilariueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-5 + 5% DE PET

**SOLICITADO:** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Vilanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10867	11154	11358
Peso suelo húmedo (g)	2934	3227	3437
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.38	1.52	1.62
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.22</b>	<b>1.34</b>	<b>1.43</b>
Contenido de humedad(%)	13.48	13.41	13.14

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 86.84 86.74	79.84 82.54	86.48 88.54
Rec + suelo seco	g 84.25 84.25	77.48 80.11	84.25 86.25
Peso del recipiente	g 64.98 65.84	59.87 62.01	67.24 68.87
Peso del suelo seco	g 19.27 18.41	17.61 18.1	17.01 17.38
Peso del agua	g 2.59 2.49	2.36 2.43	2.23 2.29
Contenido de Humedad	% 13.44 13.53	13.40 13.43	13.11 13.18
Humedad promedio	% 13.48	13.41	13.14

Ensayo de CBR

12 golpes por capa



Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.64	0.001932	0.33
0.075	1.91	0.88	0.001932	0.46
0.100	2.54	1.10	0.001932	0.57
0.125	3.18	1.34	0.001932	0.69
0.150	3.81	1.49	0.001932	0.77
0.175	4.45	1.59	0.001932	0.82
0.200	5.08	1.68	0.001932	0.87
0.300	7.62	1.83	0.001932	0.95
0.400	10.16	1.95	0.001932	1.01
0.500	12.70	2.05	0.001932	1.06

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.44	0.001932	0.23
0.050	1.27	0.76	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.05	0.001932	0.54
0.100	2.54	1.33	0.001932	0.69
0.125	3.18	1.56	0.001932	0.81
0.150	3.81	1.75	0.001932	0.91
0.175	4.45	1.91	0.001932	0.99
0.200	5.08	2.03	0.001932	1.05
0.300	7.62	2.16	0.001932	1.12
0.400	10.16	2.25	0.001932	1.16
0.500	12.70	2.35	0.001932	1.22

**Ensayo de CBR**

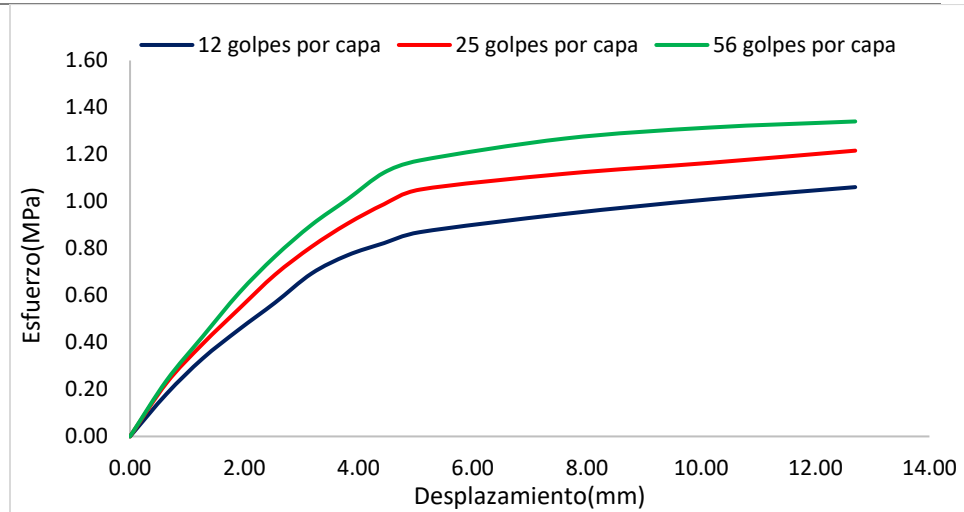
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.82	0.001932	0.42
0.075	1.91	1.18	0.001932	0.61
0.100	2.54	1.48	0.001932	0.77
0.125	3.18	1.74	0.001932	0.90
0.150	3.81	1.95	0.001932	1.01
0.175	4.45	2.17	0.001932	1.12
0.200	5.08	2.27	0.001932	1.17

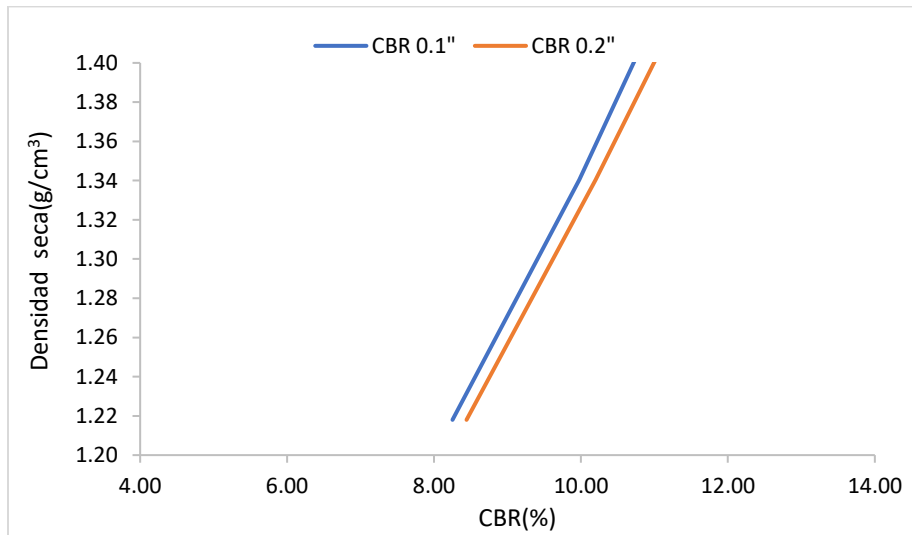
Jorge Alejandro Barrientes Villarueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 157384



<b>0.300</b>	7.62	2.45	0.001932	1.27
<b>0.400</b>	10.16	2.54	0.001932	1.31
<b>0.500</b>	12.70	2.59	0.001932	1.34



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.22	8.25	8.44
<b>25</b>	1.34	9.98	10.20
<b>56</b>	1.43	11.10	11.41



<b>M.D.S</b>	<b>1.360</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.292	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	9.7	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	9.9	%

Jorge Alejandro Barrantes Villarejo  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-6 + 5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10824	11124	11364
Peso suelo húmedo (g)	2891	3197	3443
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.36	1.51	1.62
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.22</b>	<b>1.35</b>	<b>1.46</b>
Contenido de humedad(%)	11.54	11.56	11.19

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 96.48	89.47	86.74
Rec + suelo seco	g 94.25	87.04	84.51
Peso del recipiente	g 75.04	65.84	65.07
Peso del suelo seco	g 19.21	21.2	19.44
Peso del agua	g 2.23	2.43	2.23
Contenido de Humedad	% 11.61	11.46	11.47
Humedad promedio	% 11.54	11.56	11.19
Ensayo de CBR	12 golpes por capa		

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.64	0.001932	0.33
0.075	1.91	0.88	0.001932	0.46
0.100	2.54	1.10	0.001932	0.57
0.125	3.18	1.34	0.001932	0.69
0.150	3.81	1.49	0.001932	0.77
0.175	4.45	1.59	0.001932	0.82
0.200	5.08	1.68	0.001932	0.87
0.300	7.62	1.83	0.001932	0.95
0.400	10.16	1.95	0.001932	1.01
0.500	12.70	2.05	0.001932	1.06

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.44	0.001932	0.23
0.050	1.27	0.76	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.05	0.001932	0.54
0.100	2.54	1.33	0.001932	0.69
0.125	3.18	1.56	0.001932	0.81
0.150	3.81	1.75	0.001932	0.91
0.175	4.45	1.91	0.001932	0.99
0.200	5.08	2.03	0.001932	1.05
0.300	7.62	2.16	0.001932	1.12
0.400	10.16	2.25	0.001932	1.16
0.500	12.70	2.35	0.001932	1.22

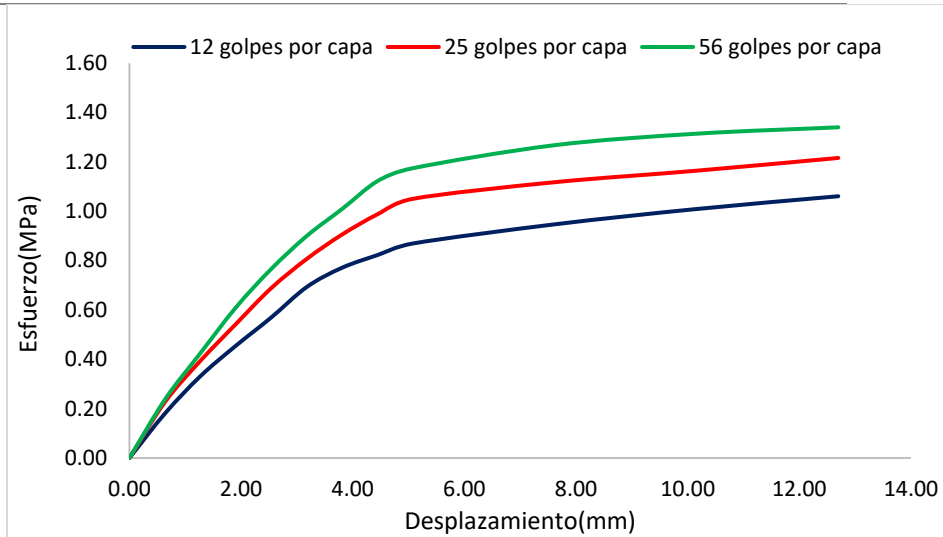
**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.82	0.001932	0.42
0.075	1.91	1.18	0.001932	0.61
0.100	2.54	1.48	0.001932	0.77
0.125	3.18	1.74	0.001932	0.90
0.150	3.81	1.95	0.001932	1.01
0.175	4.45	2.17	0.001932	1.12
0.200	5.08	2.27	0.001932	1.17

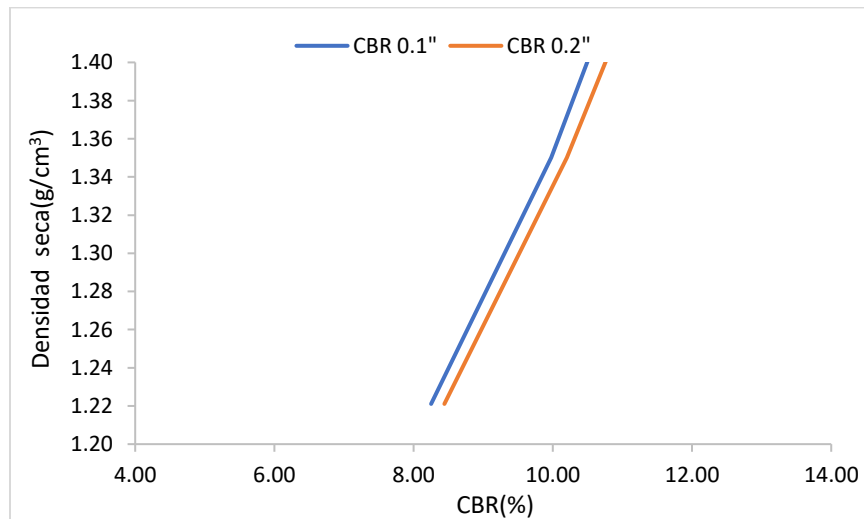
Jorge Alejandro Barrantes Villarueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.P. N° 197384



<b>0.300</b>	7.62	2.45	0.001932	1.27
<b>0.400</b>	10.16	2.54	0.001932	1.31
<b>0.500</b>	12.70	2.59	0.001932	1.34



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.22	8.25	8.44
<b>25</b>	1.35	9.98	10.20
<b>56</b>	1.46	11.10	11.41



<b>M.D.S</b>	<b>1.360</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.292	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	9.7	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	9.8	%

Jorge Alejandro Barrantes Vilanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197334





## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-7 + 5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10845	11095	11354
Peso suelo húmedo (g)	2918	3160	3433
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.37	1.49	1.62
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.23</b>	<b>1.33</b>	<b>1.44</b>
Contenido de humedad(%)	12.18	12.28	12.32

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo	g	94.22	85.24	89.57	85.74	95.45	95.88
Rec + suelo seco	g	92.47	83.24	87.24	83.45	93.24	93.45
Peso del recipiente	g	78.00	66.94	68.00	65.05	75.04	74.02
Peso del suelo seco	g	14.47	16.30	19.24	18.40	18.20	19.43
Peso del agua	g	1.75	2.00	2.33	2.29	2.21	2.43
Contenido de Humedad	%	12.09	12.27	12.11	12.45	12.14	12.51
Humedad promedio	%	12.18		12.28		12.32	
<b>Ensayo de CBR</b>		12 golpes por capa					

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.20
0.05	1.27	0.65	0.001932	0.34
0.075	1.91	0.89	0.001932	0.46
0.1	2.54	1.09	0.001932	0.56
0.125	3.18	1.28	0.001932	0.66
0.15	3.81	1.48	0.001932	0.77
0.175	4.45	1.58	0.001932	0.82
0.2	5.08	1.68	0.001932	0.87
0.3	7.62	1.76	0.001932	0.91
0.4	10.16	1.82	0.001932	0.94
0.5	12.7	1.89	0.001932	0.98

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.76	0.001932	0.39
0.075	1.91	0.99	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.26	0.001932	0.65
0.125	3.18	1.47	0.001932	0.76
0.150	3.81	1.67	0.001932	0.86
0.175	4.45	1.82	0.001932	0.94
0.200	5.08	1.94	0.001932	1.00
0.300	7.62	2.04	0.001932	1.06
0.400	10.16	2.09	0.001932	1.08
0.500	12.70	2.12	0.001932	1.10

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

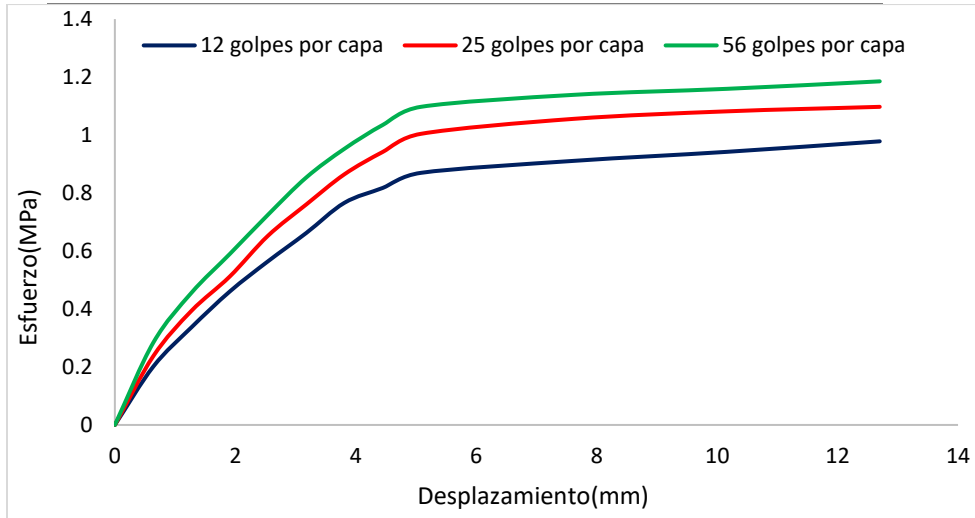
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.285
0.05	1.27	0.88	0.001932	0.455
0.075	1.91	1.14	0.001932	0.590
0.1	2.54	1.4	0.001932	0.725
0.125	3.18	1.65	0.001932	0.854
0.15	3.81	1.84	0.001932	0.952
0.175	4.45	2	0.001932	1.035
0.2	5.08	2.12	0.001932	1.097

Jorge Alejandro Barrientes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

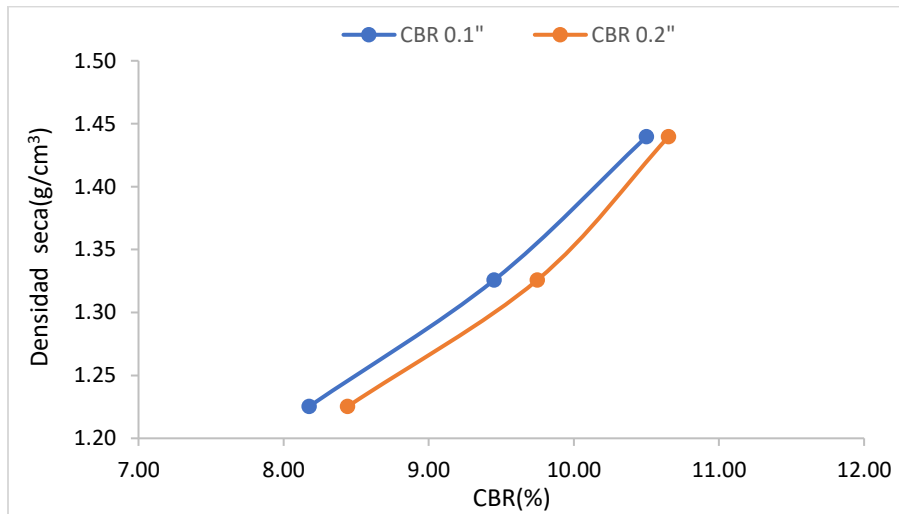




<b>0.3</b>	7.62	2.2	0.001932	1.139
<b>0.4</b>	10.16	2.24	0.001932	1.159
<b>0.5</b>	12.7	2.29	0.001932	1.185

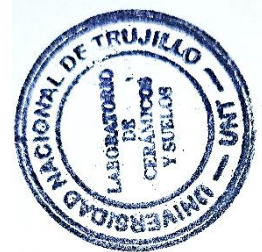


<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.23	8.18	8.44
<b>25</b>	1.33	9.45	9.75
<b>56</b>	1.44	10.50	10.65



<b>M.D.S</b>	<b>1.360</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.292	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	9	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	9.5	%

Jorge Alejandro Barrientos Villacueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 157384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-8 + 5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMIL

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10895	11058	11251
Peso suelo húmedo (g)	2962	3131	3330
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.40	1.48	1.57
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.24</b>	<b>1.31</b>	<b>1.40</b>
Contenido de humedad(%)	12.96	12.40	11.92

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	G	86.45	82.45	89.65	85.26	89.25	95.26
Rec + suelo seco	G	84.15	80.24	87.45	83.24	87.22	93.25
Peso del recipiente	G	67.1	62.45	70.21	66.47	70.15	76.44
Peso del suelo seco	G	17.05	17.79	17.24	16.77	17.07	16.81
Peso del agua	G	2.3	2.21	2.2	2.02	2.03	2.01
Contenido de Humedad	%	13.49	12.42	12.76	12.05	11.89	11.96
Humedad promedio	%	12.96		12.40		11.92	

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.54	0.001932	0.28
0.075	1.91	0.76	0.001932	0.39
0.100	2.54	0.97	0.001932	0.50
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.150	3.81	1.31	0.001932	0.68
0.175	4.45	1.45	0.001932	0.75
0.200	5.08	1.54	0.001932	0.80
0.300	7.62	1.74	0.001932	0.90
0.400	10.16	1.89	0.001932	0.98
0.500	12.70	2.01	0.001932	1.04

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.40	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.68	0.001932	0.35
0.075	1.91	0.96	0.001932	0.50
0.100	2.54	1.22	0.001932	0.63
0.125	3.18	1.45	0.001932	0.75
0.150	3.81	1.60	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.77	0.001932	0.92
0.200	5.08	1.89	0.001932	0.98
0.300	7.62	2.02	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.14	0.001932	1.11
0.500	12.70	2.31	0.001932	1.20

**Ensayo de CBR**

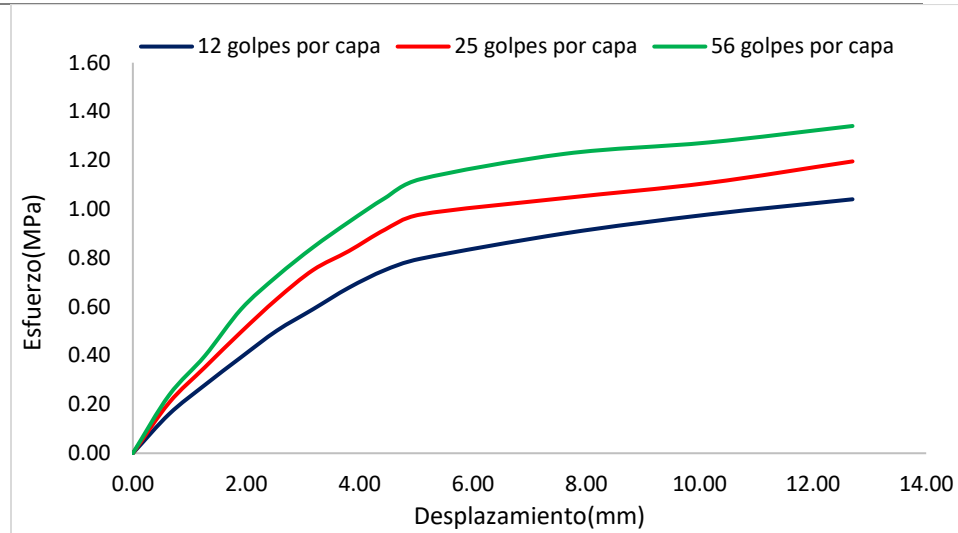
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.77	0.001932	0.40
0.075	1.91	1.14	0.001932	0.59
0.100	2.54	1.4	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.63	0.001932	0.84
0.150	3.81	1.83	0.001932	0.95
0.175	4.45	2.02	0.001932	1.05
0.200	5.08	2.17	0.001932	1.12

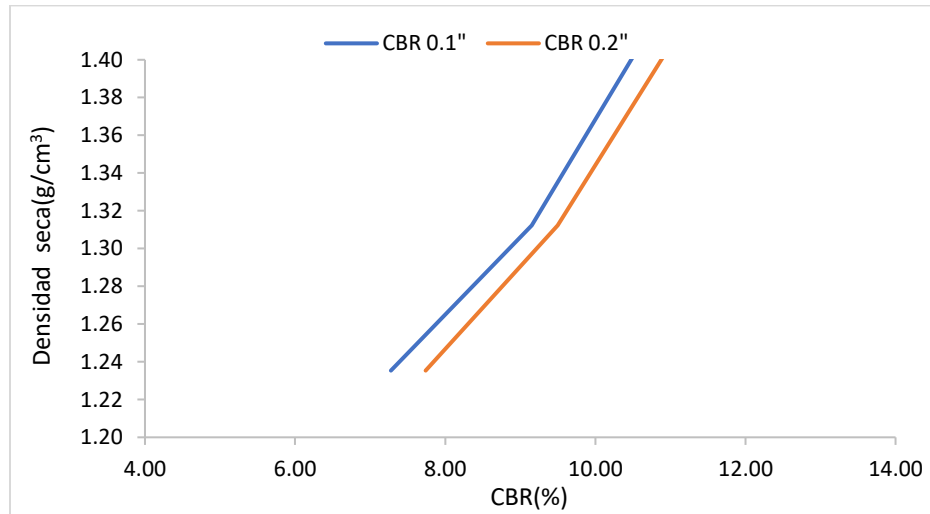
Jorge Alejandro Barrantes Villaluisa  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.300</b>	7.62	2.37	0.001932	1.23
<b>0.400</b>	10.16	2.46	0.001932	1.27
<b>0.500</b>	12.70	2.59	0.001932	1.34



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.24	7.28	7.74
<b>25</b>	1.31	9.15	9.50
<b>56</b>	1.40	10.50	10.90



<b>.D.S</b>	<b>1.360</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.292	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	9.5	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	9.6	%

Jorge Alejandro Barrientos Villacueva  
ING. DE MATERIALES  
R. O.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-1 + 7.5% DE PET

**SOLICITADO :** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. C.I.P. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10584	10745	10948
Peso suelo húmedo (g)	2651	2818	3027
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.25	1.33	1.43
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.12</b>	<b>1.18</b>	<b>1.27</b>
Contenido de humedad(%)	11.74	12.33	12.29

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	G	98.24	87.5	99.69	98.24	102.45	116.45
Rec + suelo seco	G	94.95	85.45	97.71	94.87	98.97	113.84
Peso del recipiente	G	65.79	68.65	81.54	67.74	73.05	90.45
Peso del suelo seco	G	29.16	16.8	16.17	27.13	25.92	23.39
Peso del agua	G	3.29	2.05	1.98	3.37	3.48	2.61
Contenido de Humedad	%	11.28	12.20	12.24	12.42	13.43	11.16
Humedad promedio	%	11.74		12.33		12.29	

12 golpes por capa



**Ensayo de CBR**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.54	0.001932	0.28
0.100	2.54	0.68	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.79	0.001932	0.41
0.150	3.81	0.89	0.001932	0.46
0.175	4.45	0.98	0.001932	0.51
0.200	5.08	1.06	0.001932	0.55
0.300	7.62	1.24	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.34	0.001932	0.69
0.500	12.70	1.47	0.001932	0.76

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.050	1.27	0.50	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.67	0.001932	0.35
0.100	2.54	0.82	0.001932	0.42
0.125	3.18	0.95	0.001932	0.49
0.150	3.81	1.08	0.001932	0.56
0.175	4.45	1.19	0.001932	0.62
0.200	5.08	1.29	0.001932	0.67
0.300	7.62	1.47	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.500	12.70	1.82	0.001932	0.94

**Ensayo de CBR**

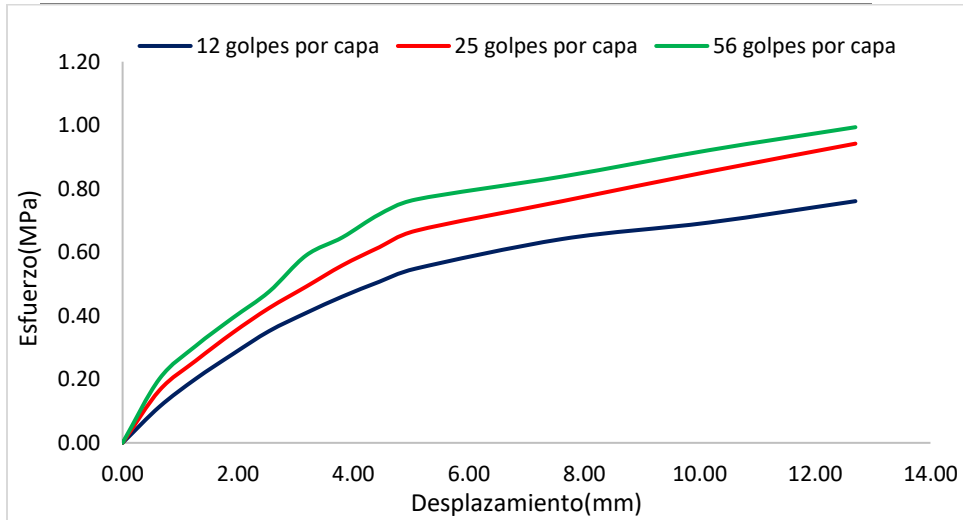
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.202
0.050	1.27	0.59	0.001932	0.305
0.075	1.91	0.76	0.001932	0.393
0.100	2.54	0.92	0.001932	0.476
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.590
0.150	3.81	1.25	0.001932	0.647

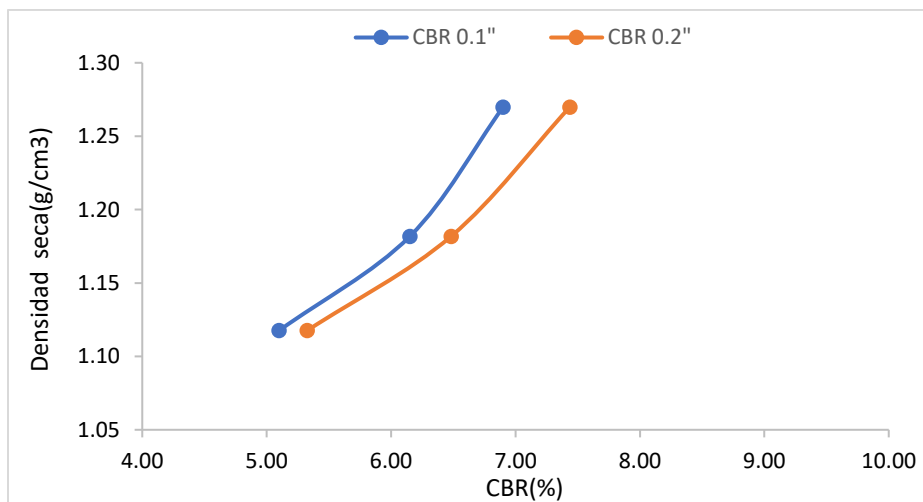
Jorge Alejandro Barrantes Vilagüeza  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.175</b>	4.45	1.39	0.001932	0.719
<b>0.200</b>	5.08	1.48	0.001932	0.766
<b>0.300</b>	7.62	1.62	0.001932	0.839
<b>0.400</b>	10.16	1.78	0.001932	0.921
<b>0.500</b>	12.70	1.92	0.001932	0.994



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.12	5.10	5.33
<b>25</b>	1.18	6.15	6.48
<b>56</b>	1.27	6.90	7.44



<b>M.D.S</b>	<b>1.230</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.169	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	6	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	6.5	%

Jorge Alejandro Barrantes Villarueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384





## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-2 + 7.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10652	10824	11000
Peso suelo humedo (g)	2719	2897	3079
Volumen cm3	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm3)	1.28	1.36	1.45
Densidad seca(g/cm3)	<b>1.13</b>	<b>1.20</b>	<b>1.28</b>
Contenido de humedad(%)	13.24	13.62	12.91

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	87.45	78.45	75.48	89.45	89.74	85.48
Rec + suelo seco	g	85.74	76.14	73.84	86.48	87.45	83.48
Peso del recipiente	g	72.18	59.48	61.48	65.21	69.45	68.21
Peso del suelo seco	g	13.56	16.66	12.36	21.27	18	15.27
Peso del agua	g	1.71	2.31	1.64	2.97	2.29	2
Contenido de Humedad	%	12.61	13.87	13.27	13.96	12.72	13.10
Humedad promedio	%	13.24		13.62		12.91	

Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.54	0.001932	0.28
0.100	2.54	0.68	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.79	0.001932	0.41
0.150	3.81	0.89	0.001932	0.46
0.175	4.45	0.98	0.001932	0.51
0.200	5.08	1.06	0.001932	0.55
0.300	7.62	1.24	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.34	0.001932	0.69
0.500	12.70	1.47	0.001932	0.76

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.050	1.27	0.50	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.67	0.001932	0.35
0.100	2.54	0.82	0.001932	0.42
0.125	3.18	0.95	0.001932	0.49
0.150	3.81	1.08	0.001932	0.56
0.175	4.45	1.19	0.001932	0.62
0.200	5.08	1.29	0.001932	0.67
0.300	7.62	1.47	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.500	12.70	1.82	0.001932	0.94

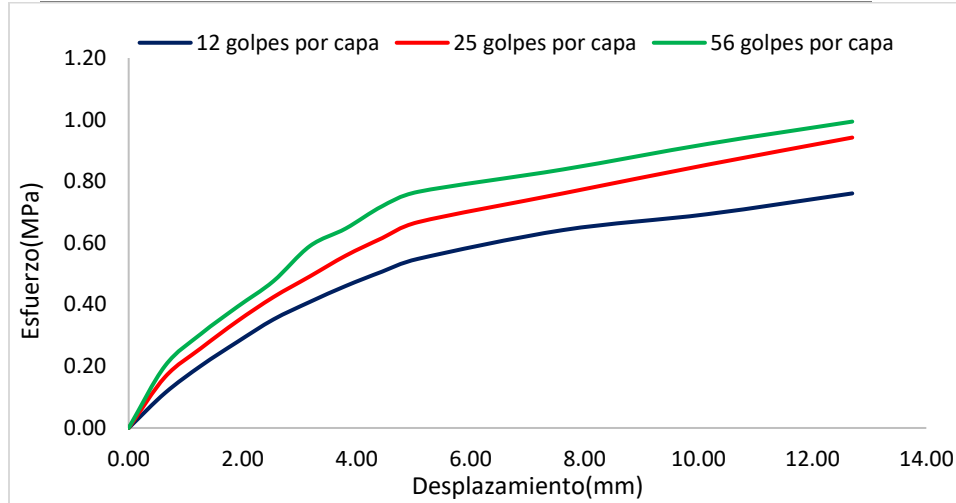
  

Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.202
0.050	1.27	0.59	0.001932	0.305
0.075	1.91	0.76	0.001932	0.393
0.100	2.54	0.92	0.001932	0.476
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.590
0.150	3.81	1.25	0.001932	0.647

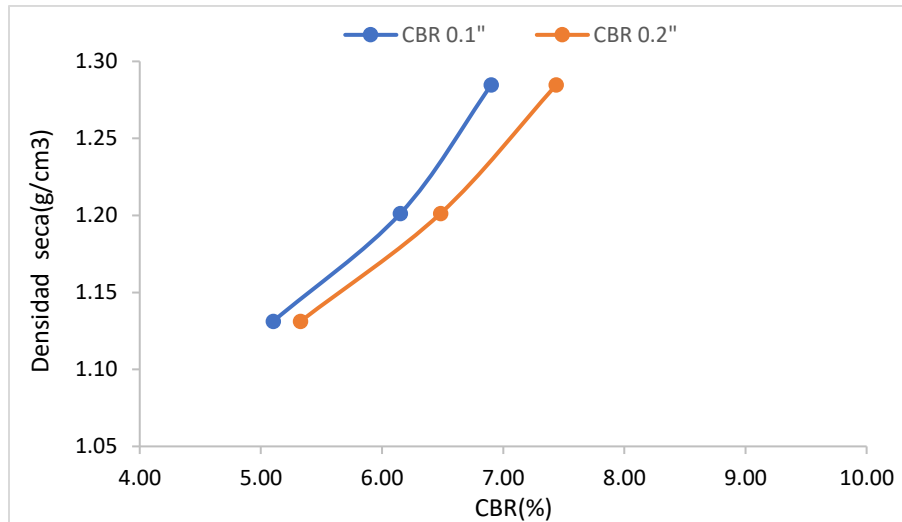
Jorge Alejandro Barrantes Villalueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



<b>0.175</b>	4.45	1.39	0.001932	0.719
<b>0.200</b>	5.08	1.48	0.001932	0.766
<b>0.300</b>	7.62	1.62	0.001932	0.839
<b>0.400</b>	10.16	1.78	0.001932	0.921
<b>0.500</b>	12.70	1.92	0.001932	0.994



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.13	5.10	5.33
<b>25</b>	1.20	6.15	6.48
<b>56</b>	1.28	6.90	7.44



<b>M.D.S</b>	<b>1.230</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.169	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	6	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	6.2	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-3 + 7.5% DE PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10608	10764	10957
Peso suelo húmedo (g)	2675	2837	3036
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.26	1.34	1.43
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.11</b>	<b>1.18</b>	<b>1.27</b>
Contenido de humedad(%)	13.24	13.62	12.91

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	87.45	78.45	75.48	89.45	89.74	85.48
Rec + suelo seco	g	85.74	76.14	73.84	86.48	87.45	83.48
Peso del recipiente	g	72.18	59.48	61.48	65.21	69.45	68.21
Peso del suelo seco	g	13.56	16.66	12.36	21.27	18	15.27
Peso del agua	g	1.71	2.31	1.64	2.97	2.29	2
Contenido de Humedad	%	12.61	13.87	13.27	13.96	12.72	13.10
Humedad promedio	%	13.24		13.62		12.91	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.54	0.001932	0.28
0.100	2.54	0.68	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.79	0.001932	0.41
0.150	3.81	0.89	0.001932	0.46
0.175	4.45	0.98	0.001932	0.51
0.200	5.08	1.06	0.001932	0.55
0.300	7.62	1.24	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.34	0.001932	0.69
0.500	12.70	1.47	0.001932	0.76

**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.050	1.27	0.50	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.67	0.001932	0.35
0.100	2.54	0.82	0.001932	0.42
0.125	3.18	0.95	0.001932	0.49
0.150	3.81	1.08	0.001932	0.56
0.175	4.45	1.19	0.001932	0.62
0.200	5.08	1.29	0.001932	0.67
0.300	7.62	1.47	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.500	12.70	1.82	0.001932	0.94

**Ensayo de CBR**

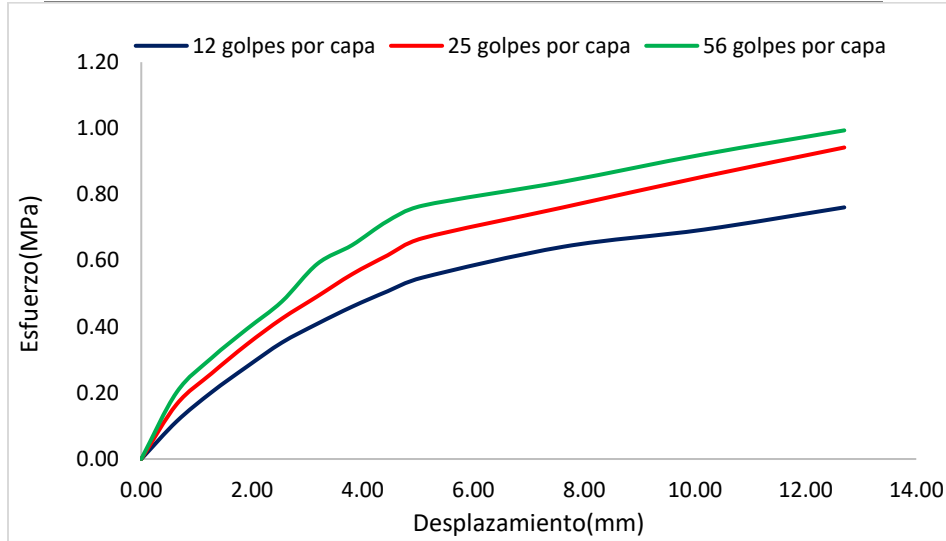
56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.202
0.050	1.27	0.59	0.001932	0.305
0.075	1.91	0.76	0.001932	0.393
0.100	2.54	0.92	0.001932	0.476
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.590
0.150	3.81	1.25	0.001932	0.647
0.175	4.45	1.39	0.001932	0.719

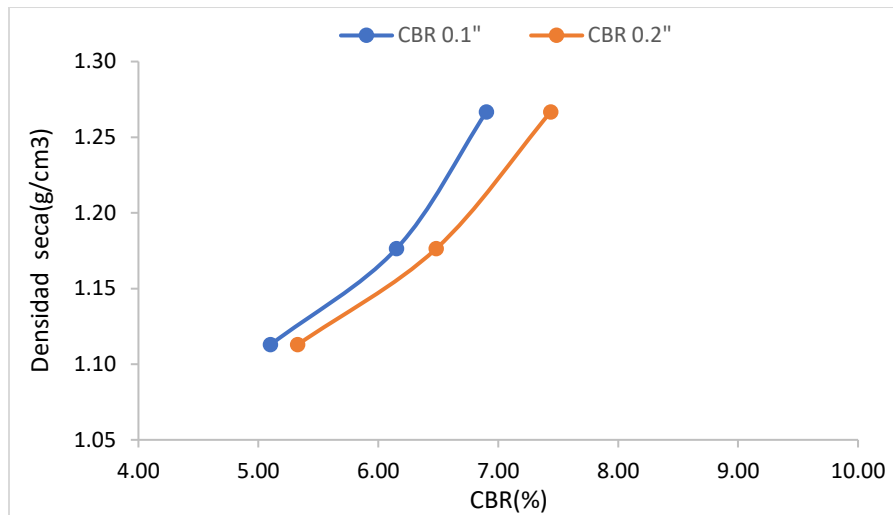
*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.200</b>	5.08	1.48	0.001932	0.766
<b>0.300</b>	7.62	1.62	0.001932	0.839
<b>0.400</b>	10.16	1.78	0.001932	0.921
<b>0.500</b>	12.70	1.92	0.001932	0.994



<b>GOLPES</b>	<b>DENSIDAD</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>CBR 0.1"</b> (%)	<b>CBR 0.2"</b> (%)
<b>12</b>	1.11	5.10	5.33
<b>25</b>	1.18	6.15	6.48
<b>56</b>	1.27	6.90	7.44



<b>M.D.S</b>	<b>1.230</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.169	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	6.2	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	6.5	%

Jorge Alejandro Barrantes Villarueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384





## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883


**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C- 4 + 7.5 PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10548	10784	10997
Peso suelo húmedo (g)	2621	2849	3076
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.23	1.34	1.45
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.08</b>	<b>1.18</b>	<b>1.27</b>
Contenido de humedad(%)	14.50	14.02	13.67

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	85.24	79.45	101.79	98.24	98.45	108.34
Rec + suelo seco	g	82.8	76.99	97.89	94.65	94.76	103.87
Peso del recipiente	g	66	60	71.34	67.74	68	70.86
Peso del suelo seco	g	16.8	16.99	26.55	26.91	26.76	33.01
Peso del agua	g	2.44	2.46	3.9	3.59	3.69	4.47
Contenido de Humedad	%	14.52	14.48	14.69	13.34	13.79	13.54
Humedad promedio	%	14.50		14.02		13.67	



Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.25	0.001932	0.13
0.050	1.27	0.45	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
0.100	2.54	0.8	0.001932	0.41
0.125	3.18	0.94	0.001932	0.49
0.150	3.81	1.05	0.001932	0.54
0.175	4.45	1.18	0.001932	0.61
0.200	5.08	1.28	0.001932	0.66
0.300	7.62	1.45	0.001932	0.75
0.400	10.16	1.59	0.001932	0.82
0.500	12.7	1.67	0.001932	0.86

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.71	0.001932	0.37
0.100	2.54	0.88	0.001932	0.46
0.125	3.18	1.05	0.001932	0.54
0.150	3.81	1.21	0.001932	0.63
0.175	4.45	1.31	0.001932	0.68
0.200	5.08	1.41	0.001932	0.73
0.300	7.62	1.59	0.001932	0.82
0.400	10.16	1.74	0.001932	0.90
0.500	12.70	1.81	0.001932	0.94

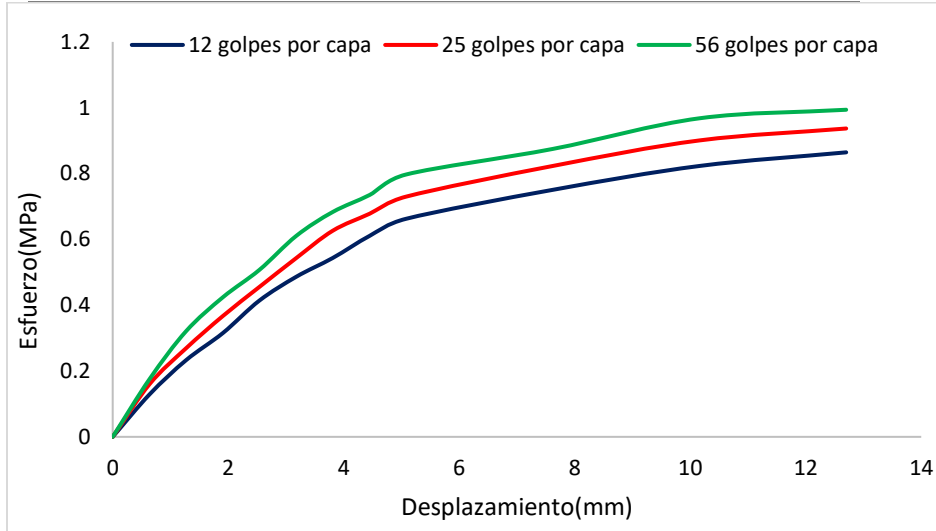
  

Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.176
0.050	1.27	0.62	0.001932	0.321
0.075	1.91	0.82	0.001932	0.424
0.100	2.54	0.98	0.001932	0.507
0.125	3.18	1.18	0.001932	0.611
0.150	3.81	1.32	0.001932	0.683

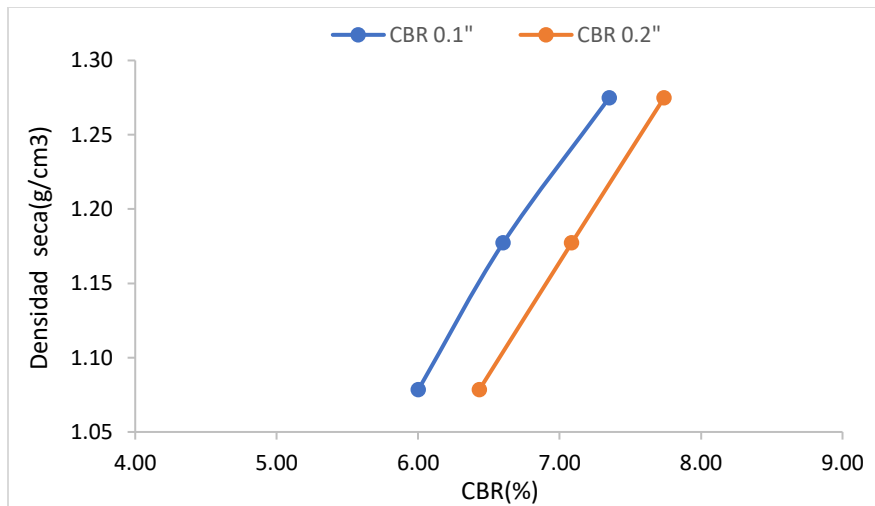
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



<b>0.175</b>	4.45	1.42	0.001932	0.735
<b>0.200</b>	5.08	1.54	0.001932	0.797
<b>0.300</b>	7.62	1.69	0.001932	0.875
<b>0.400</b>	10.16	1.87	0.001932	0.968
<b>0.500</b>	12.7	1.92	0.001932	0.994



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.08	6.00	6.43
<b>25</b>	1.18	6.60	7.09
<b>56</b>	1.27	7.35	7.74



<b>M.D.S</b>	<b>1.230</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.169	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	6.3	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	6.7	%

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883


**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-5 + 7.5 PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10568	10769	10984
Peso suelo húmedo (g)	2641	2834	3063
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.24	1.34	1.44
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.10</b>	<b>1.19</b>	<b>1.28</b>
Contenido de humedad(%)	12.86	12.19	12.45

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g 79.84 85.48	89.94 97.45	86.95 99.74
Rec + suelo seco	g 78.41 84.27	88.74 96.24	85.41 98.54
Peso del recipiente	g 67.48 74.69	78.94 86.27	72.58 89.24
Peso del suelo seco	g 10.93 9.58	9.8 9.97	12.83 9.3
Peso del agua	g 1.43 1.21	1.2 1.21	1.54 1.2
Contenido de Humedad	% 13.08 12.63	12.24 12.14	12.00 12.90
Humedad promedio	% 12.86	12.19	12.45

Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.6	0.001932	0.31
0.100	2.54	0.79	0.001932	0.41
0.125	3.18	0.93	0.001932	0.48
0.150	3.81	1.04	0.001932	0.54
0.175	4.45	1.18	0.001932	0.61
0.200	5.08	1.27	0.001932	0.66
0.300	7.62	1.44	0.001932	0.75
0.400	10.16	1.58	0.001932	0.82
0.500	12.7	1.66	0.001932	0.86

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.30	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.51	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.70	0.001932	0.36
0.100	2.54	0.87	0.001932	0.45
0.125	3.18	1.03	0.001932	0.53
0.150	3.81	1.20	0.001932	0.62
0.175	4.45	1.30	0.001932	0.67
0.200	5.08	1.40	0.001932	0.72
0.300	7.62	1.55	0.001932	0.80
0.400	10.16	1.74	0.001932	0.90
0.500	12.70	1.80	0.001932	0.93

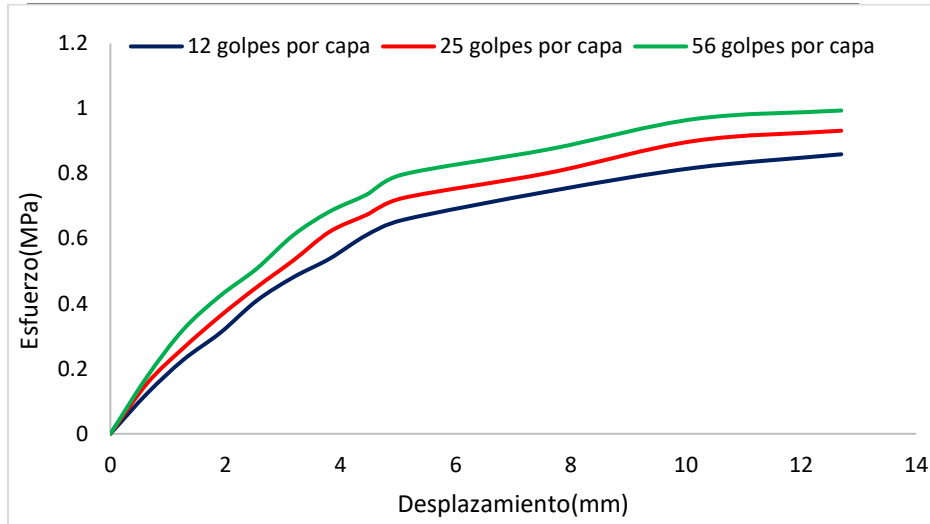
  

Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.176
0.050	1.27	0.62	0.001932	0.321
0.075	1.91	0.82	0.001932	0.424
0.100	2.54	0.98	0.001932	0.507
0.125	3.18	1.18	0.001932	0.611
0.150	3.81	1.32	0.001932	0.683

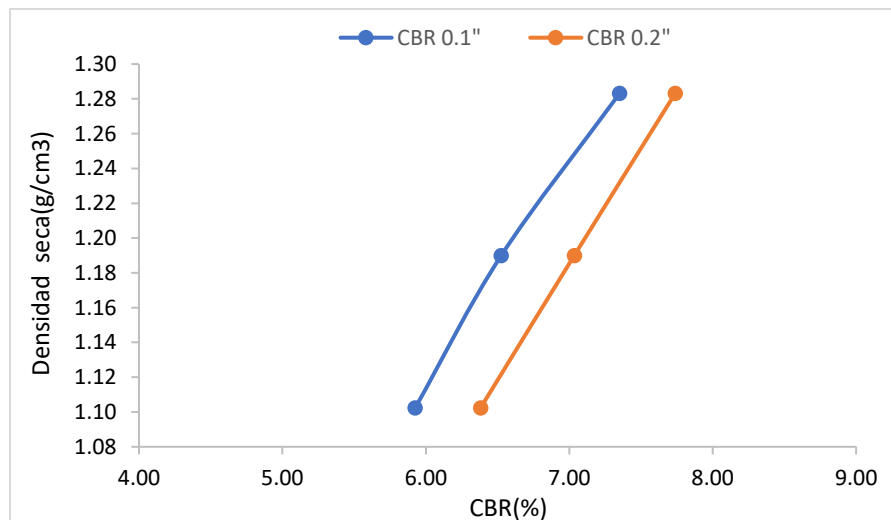
Jorge Alejandro Barrantes Vilcaqueva  
ING. DE MATERIALES  
R. O.P. N° 197384



<b>0.175</b>	4.45	1.42	0.001932	0.735
<b>0.200</b>	5.08	1.54	0.001932	0.797
<b>0.300</b>	7.62	1.69	0.001932	0.875
<b>0.400</b>	10.16	1.87	0.001932	0.968
<b>0.500</b>	12.7	1.92	0.001932	0.994



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.10	5.93	6.38
<b>25</b>	1.19	6.53	7.04
<b>56</b>	1.28	7.35	7.74



<b>M.D.S</b>	<b>1.230</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.169	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	6.3	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	6.7	%

Jorge Asencio Barranco Vilarneva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-6 + 7.5 PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10547	10814	11054
Peso suelo húmedo (g)	2620	2879	3133
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.23	1.36	1.48
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.07</b>	<b>1.17</b>	<b>1.28</b>
Contenido de humedad(%)	15.72	15.80	15.61

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo	G	95.24	79.40	101.75	98.16	98.45	118.34
Rec + suelo seco	G	92.60	76.79	97.61	94.00	94.28	113.35
Peso del recipiente	G	76.00	60.00	71.34	67.74	68.00	80.86
Peso del suelo seco	G	16.60	16.79	26.27	26.26	26.28	32.49
Peso del agua	G	2.64	2.61	4.14	4.16	4.17	4.99
Contenido de Humedad	%	15.90	15.54	15.76	15.84	15.87	15.36
Humedad promedio	%	15.72		15.80		15.61	

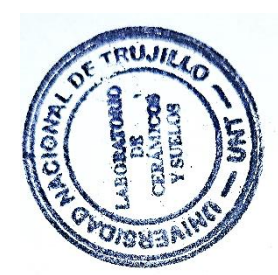


Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.3	0.001932	0.16
0.05	1.27	0.54	0.001932	0.28
0.075	1.91	0.74	0.001932	0.38
0.1	2.54	0.91	0.001932	0.47
0.125	3.18	1.05	0.001932	0.54
0.15	3.81	1.18	0.001932	0.61
0.175	4.45	1.26	0.001932	0.65
0.2	5.08	1.37	0.001932	0.71
0.3	7.62	1.58	0.001932	0.82
0.4	10.16	1.68	0.001932	0.87
0.5	12.7	1.71	0.001932	0.89

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.20
0.050	1.27	0.62	0.001932	0.32
0.075	1.91	0.82	0.001932	0.42
0.100	2.54	0.98	0.001932	0.51
0.125	3.18	1.16	0.001932	0.60
0.150	3.81	1.28	0.001932	0.66
0.175	4.45	1.40	0.001932	0.72
0.200	5.08	1.49	0.001932	0.77
0.300	7.62	1.68	0.001932	0.87
0.400	10.16	1.84	0.001932	0.95
0.500	12.70	1.94	0.001932	1.00

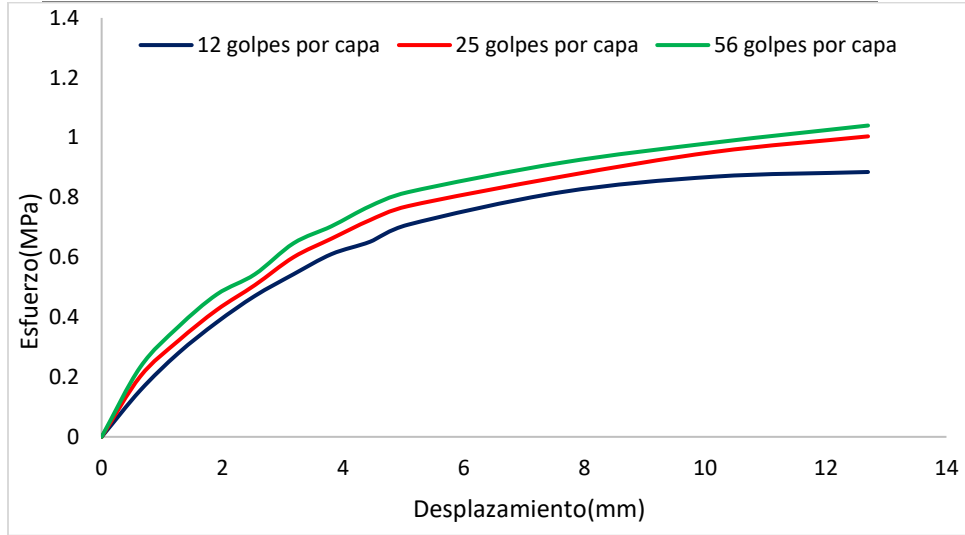
Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.45	0.001932	0.233
0.05	1.27	0.71	0.001932	0.367
0.075	1.91	0.92	0.001932	0.476
0.1	2.54	1.05	0.001932	0.543
0.125	3.18	1.25	0.001932	0.647
0.15	3.81	1.36	0.001932	0.704
0.175	4.45	1.49	0.001932	0.771

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. Cif. N° 197384

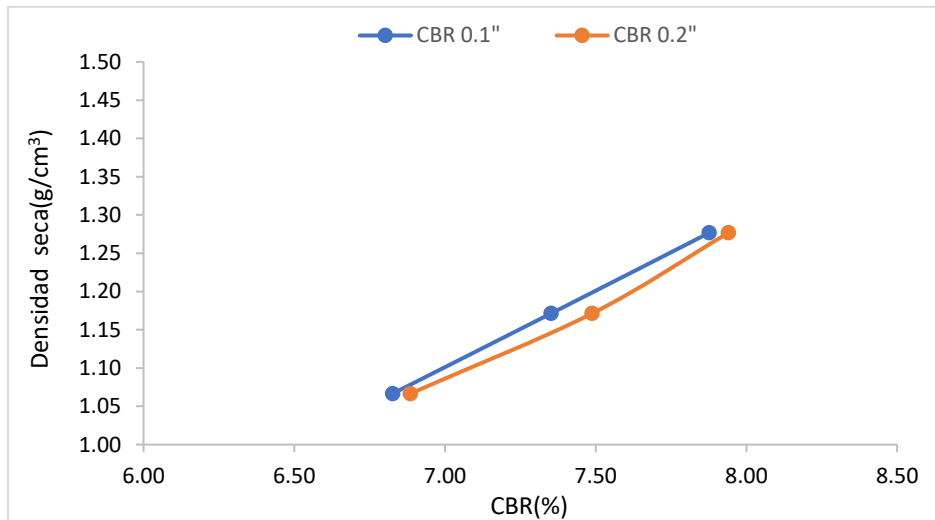




<b>0.2</b>	5.08	1.58	0.001932	0.818
<b>0.3</b>	7.62	1.77	0.001932	0.916
<b>0.4</b>	10.16	1.9	0.001932	0.983
<b>0.5</b>	12.7	2.01	0.001932	1.040



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.07	6.83	6.88
<b>25</b>	1.17	7.35	7.49
<b>56</b>	1.28	7.88	7.94



<b>M.D.S</b>	<b>1.230</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.169	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	7	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	7.3	%

Jorge Alejandro Barrantes Vilagueva  
ING. DE MATERIALES  
R. O.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO :** INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA :** C-7 + 7.5% DE PET

**SOLICITADO :** CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2020



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10589	10804	11032
Peso suelo húmedo (g)	2656	2877	3111
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.25	1.36	1.47
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.10</b>	<b>1.19</b>	<b>1.30</b>
Contenido de humedad(%)	13.24	13.62	12.91

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g 87.45	78.45	75.48	89.45	89.74	85.48
Rec + suelo seco	g 85.74	76.14	73.84	86.48	87.45	83.48
Peso del recipiente	g 72.18	59.48	61.48	65.21	69.45	68.21
Peso del suelo seco	g 13.56	16.66	12.36	21.27	18	15.27
Peso del agua	g 1.71	2.31	1.64	2.97	2.29	2
Contenido de Humedad	% 12.61	13.87	13.27	13.96	12.72	13.10
Humedad promedio	% 13.24		13.62		12.91	

Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.54	0.001932	0.28
0.100	2.54	0.68	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.79	0.001932	0.41
0.150	3.81	0.89	0.001932	0.46
0.175	4.45	0.98	0.001932	0.51
0.200	5.08	1.06	0.001932	0.55
0.300	7.62	1.24	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.34	0.001932	0.69
0.500	12.70	1.47	0.001932	0.76

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.050	1.27	0.50	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.67	0.001932	0.35
0.100	2.54	0.82	0.001932	0.42
0.125	3.18	0.95	0.001932	0.49
0.150	3.81	1.08	0.001932	0.56
0.175	4.45	1.19	0.001932	0.62
0.200	5.08	1.29	0.001932	0.67
0.300	7.62	1.47	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.500	12.70	1.82	0.001932	0.94

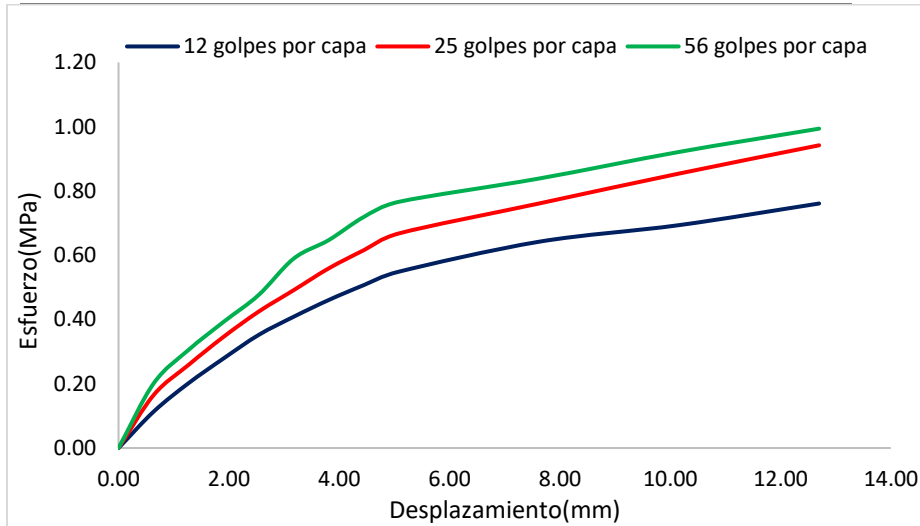
  

Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.202
0.050	1.27	0.59	0.001932	0.305
0.075	1.91	0.76	0.001932	0.393
0.100	2.54	0.92	0.001932	0.476
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.590
0.150	3.81	1.25	0.001932	0.647

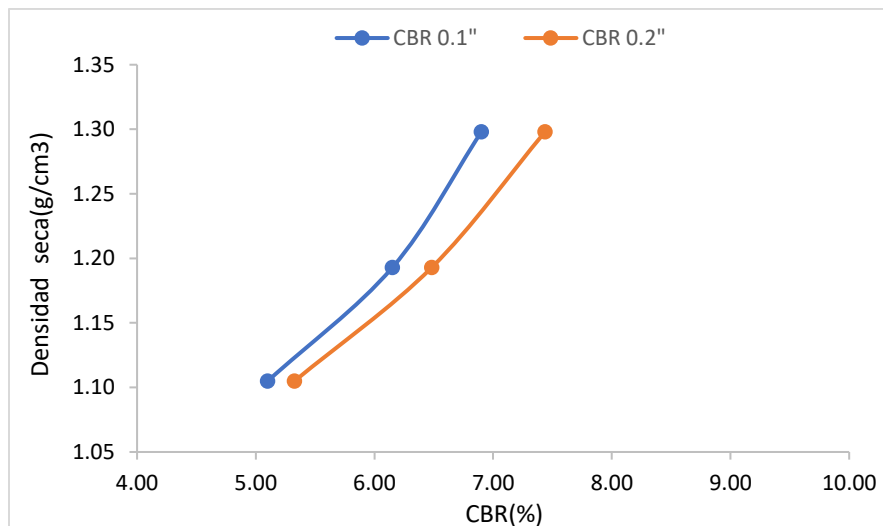
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



<b>0.175</b>	4.45	1.39	0.001932	0.719
<b>0.200</b>	5.08	1.48	0.001932	0.766
<b>0.300</b>	7.62	1.62	0.001932	0.839
<b>0.400</b>	10.16	1.78	0.001932	0.921
<b>0.500</b>	12.70	1.92	0.001932	0.994



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.10	5.10	5.33
<b>25</b>	1.19	6.15	6.48
<b>56</b>	1.30	6.90	7.44



<b>M.D.S</b>	<b>1.230</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.169	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	5.8	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	6.3	%

Jorge Alejandro Barrantes Villalueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS

### ASTM D 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS DE POLIMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021

**MUESTRA** : C-8 + 7.5 PET

**SOLICITADO** : CASTRO ALVAREZ ALEXA PAMELA  
CRUZADO CARRANZA TOMASA JAMILET

**FECHA** : SEPTIEMBRE DEL 2020



  
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10565	10725	10924
Peso suelo húmedo (g)	2638	2790	3003
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.24	1.31	1.41
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.10</b>	<b>1.17</b>	<b>1.26</b>
Contenido de humedad(%)	12.86	12.19	12.45

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	79.84	85.48	89.94	97.45	86.95	99.74
Rec + suelo seco	g	78.41	84.27	88.74	96.24	85.41	98.54
Peso del recipiente	g	67.48	74.69	78.94	86.27	72.58	89.24
Peso del suelo seco	g	10.93	9.58	9.8	9.97	12.83	9.3
Peso del agua	g	1.43	1.21	1.2	1.21	1.54	1.2
Contenido de Humedad	%	13.08	12.63	12.24	12.14	12.00	12.90
Humedad promedio	%	12.86		12.19		12.45	



Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.6	0.001932	0.31
0.100	2.54	0.79	0.001932	0.41
0.125	3.18	0.93	0.001932	0.48
0.150	3.81	1.04	0.001932	0.54
0.175	4.45	1.18	0.001932	0.61
0.200	5.08	1.27	0.001932	0.66
0.300	7.62	1.44	0.001932	0.75
0.400	10.16	1.58	0.001932	0.82
0.500	12.7	1.66	0.001932	0.86

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.30	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.51	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.70	0.001932	0.36
0.100	2.54	0.87	0.001932	0.45
0.125	3.18	1.03	0.001932	0.53
0.150	3.81	1.20	0.001932	0.62
0.175	4.45	1.30	0.001932	0.67
0.200	5.08	1.40	0.001932	0.72
0.300	7.62	1.55	0.001932	0.80
0.400	10.16	1.74	0.001932	0.90
0.500	12.70	1.80	0.001932	0.93

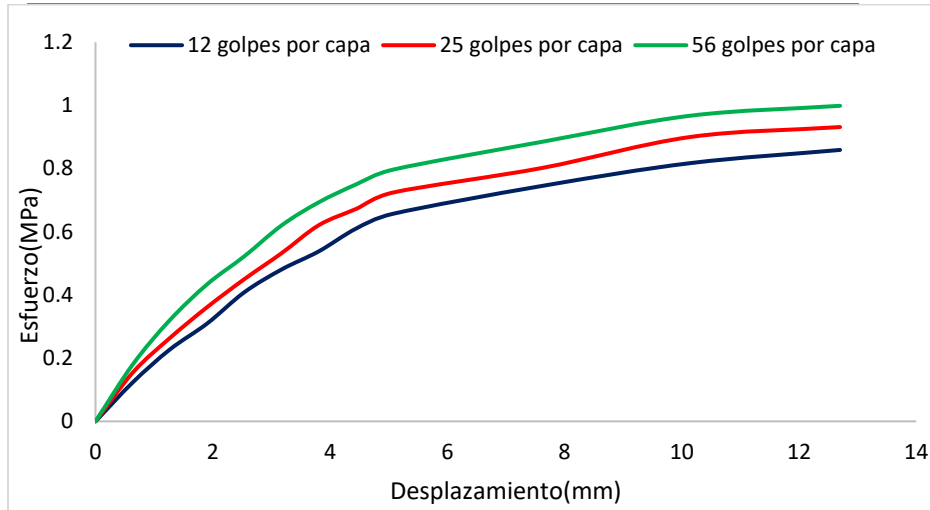
  

Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m2)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.181
0.050	1.27	0.62	0.001932	0.321
0.075	1.91	0.84	0.001932	0.435
0.100	2.54	1.01	0.001932	0.523
0.125	3.18	1.2	0.001932	0.621
0.150	3.81	1.34	0.001932	0.694

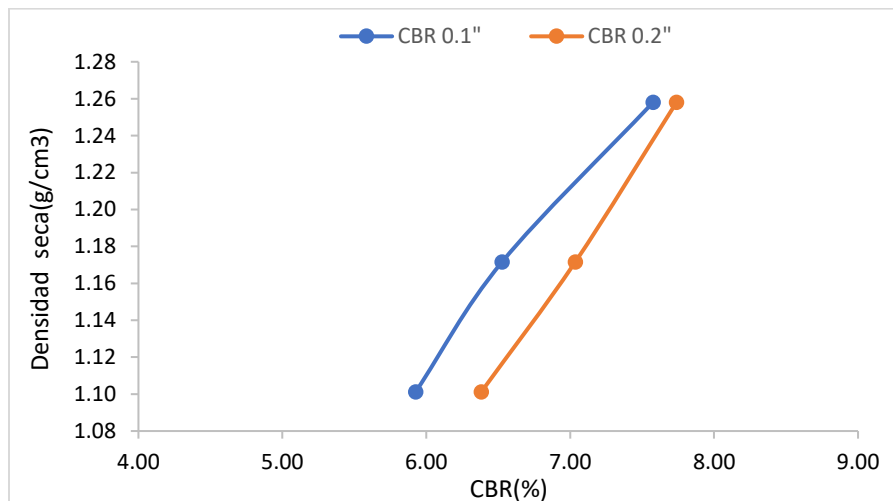


*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

<b>0.175</b>	4.45	1.45	0.001932	0.751
<b>0.200</b>	5.08	1.54	0.001932	0.797
<b>0.300</b>	7.62	1.71	0.001932	0.885
<b>0.400</b>	10.16	1.87	0.001932	0.968
<b>0.500</b>	12.7	1.93	0.001932	0.999



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
<b>12</b>	1.10	5.93	6.38
<b>25</b>	1.17	6.53	7.04
<b>56</b>	1.26	7.58	7.74



<b>M.D.S</b>	<b>1.230</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>
<b>95%(M.D.S)</b>	1.169	g/cm <sup>3</sup>
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.1"</b>	6.8	%
<b>C.B.R.(M.D.S) 0.2"</b>	7	%



*Jorge Alejandro Barrantes Villanueva*  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## **ANEXO 6. MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE POLÍMEROS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE, PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, ALTO TRUJILLO - BARRIO I, 2021.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Formulación del problema</b></p> <p>¿De qué manera influye la adición de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo - Barrio I, 2021 ?</p> <p><b>Descripción del problema</b></p> <p>Los suelos arenosos en su mayoría presentan propiedades inadecuadas para la resistencia de una sub-rasante con fines de pavimentación, ya que estos son susceptibles a sufrir deformaciones, por otra parte, la estabilización busca el mejoramiento de los suelos y para esto se encuentran diferentes tipos de estabilización, pero</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar la influencia de la adición de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo – Barrio I, 2021.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener las fibras PET recicladas de 20 mm de longitud y 0.5 mm de diámetro de la empresa EL PIONERO INVERSIONES E.I.R.L.</li> <li>• Extraer el suelo arenoso del Barrio I – Centro Poblado, Alto Trujillo.</li> <li>• Realizar ensayos de las características</li> </ul>	<p>Vargas, N. (2017). En su tesis titulada “Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos”.</p> <p>Martínez, R. (2003) En su tesis Titulada “Empleo del polímero SBR en la fabricación de mezclas asfálticas para zonas de altura”.</p> <p>Palomino, Y. (2016). En su tesis Titulada “Influencia De La Adición De Cloruro De Sodio En El Índice California Bearing Ratio (CBR) De Un Suelo Arcilloso, Cajamarca 2016”.</p> <p>Marcela, &amp; Aguirre Aguirre, Leidy Carolina. (2006). En la Revista Titulada “Influencia de la</p>	<p><b>H. General:</b></p> <p>La adición de fibras de polímeros reciclados influye significativamente en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible en Alto Trujillo– Barrio I, 2021.</p> <p><b>H. Específicas:</b></p> <p>La adición de fibras de polímeros reciclados en ciertos porcentajes mejora la capacidad de soporte de la sub-rasante. Influye positivamente en la capacidad de soporte de la sub-rasante, en ciertos porcentajes de adiciones de fibras de polímeros reciclados, para mejorar la estabilización del suelo.</p>	<p><b>V. Independiente:</b></p> <p>Fibras de Polímeros Reciclados.</p> <p><b>V. Dependiente:</b></p> <p>Capacidad de Soporte de la sub-rasante.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de Suelo.</li> <li>• Caracterización del Suelo.</li> <li>• Estabilización con fibras PET.</li> <li>• Capacidad de Soporte Relativo del suelo.</li> <li>• Densidad Relativa.</li> <li>• Diseño del pavimento flexible.</li> </ul>	<p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño experimental</li> <li>• Cuasi experimental</li> </ul> <p><b>Unidad de Estudio:</b></p> <p><b>Población:</b> Será todo el suelo, de las Av. principales del Barrio 1 del centro poblado Alto Trujillo 2021, de este modo el suelo se utilizará para realizar un número determinado de calicatas.</p> <p><b>Muestra:</b> En la presente investigación se emplea un muestreo no probabilístico y por juicio ya que según el “Manual de carretas suelos, geología y pavimentos – MTC, 2014” nos indica que el número de calicatas que se debe realizar de acuerdo al tipo de vía a estudiar.</p> <p><b>Técnica de Muestreo:</b> <i>No probabilístico, por juicio:</i></p>

<p>particularmente para el desarrollo de esta tesis se desea implementar una estabilización diferente a las ya acostumbradas y estipuladas en norma, que sería la adición de fibras PET a un suelo arenoso para la estabilización de una sub-rasante, así que se debería considerar esta nueva tecnología y lograr su aplicación dentro del rubro de la construcción de pavimentos, obteniéndose así, pavimentos más resistentes, menos deformables y más durables.</p>	<p>físicas, químicas y mecánicas presentes en la sub-rasante del Barrio I - Centro Poblado Alto Trujillo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el aumento de la capacidad de soporte (CBR) de la sub-rasante estabilizado con diferentes porcentajes de fibras PET.</li> <li>• Diseñar el pavimento flexible con el porcentaje óptimo de fibra-suelo de los ensayos realizados de CBR.</li> </ul>	<p>inclusión de desecho de PVC sobre el CBR de un material granular tipo subbase”.</p> <p>(Verdugo, De la Hoz, 2005). En su Libro Titulado “Caracterización Geomecánica De Suelos Granulares Gruesos”.</p> <p>Juárez, E. (2005). En su libro Titulado, “Estudio de la Mecánica de Suelos”.</p>			<p>Para medir la capacidad de los suelos realizaremos.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b></p> <p><b>Técnica:</b> La observación.</p> <p><b>Instrumento:</b> Guía de observación.</p> <p><b>Técnicas de análisis de datos:</b></p> <p><b>Inferencia estadística</b></p> <p><b>Software:</b> Análisis de Varianza (ANOVA).</p>
---	---	--	--	--	--

Fuente: *Elaboración Propia*

## **ANEXO 7. PANEL FOTOGRAFICO**



Lavado del material por la malla  
número 200 para realizar el  
ensayo de Granulometría.



Se coloca el material lavado al  
horno por un tiempo de 24 horas.



Se procede a realizar el tamizado  
del material.



Se realiza el pesado del material  
retenido de cada malla.



Preparación del material con las fibras para realizar la compactación en el ensayo de CBR.



Compactación del material en el ensayo de CBR.



Probetas sumergidas en agua en el



Probetas después de haber sido sumergidas en el agua para luego ser ensayadas en la máquina de CBR.





Ensayando probetas las cuales nos arroja el CBR de la muestra.



Fibras PET recicladas





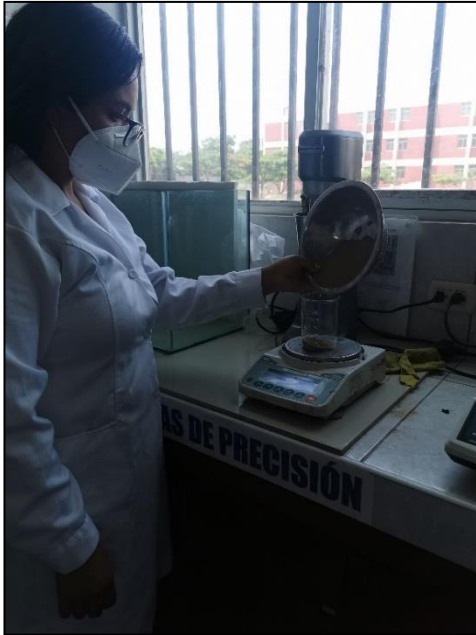
Ensayo de densidad relativa en  
mesa vibratoria.



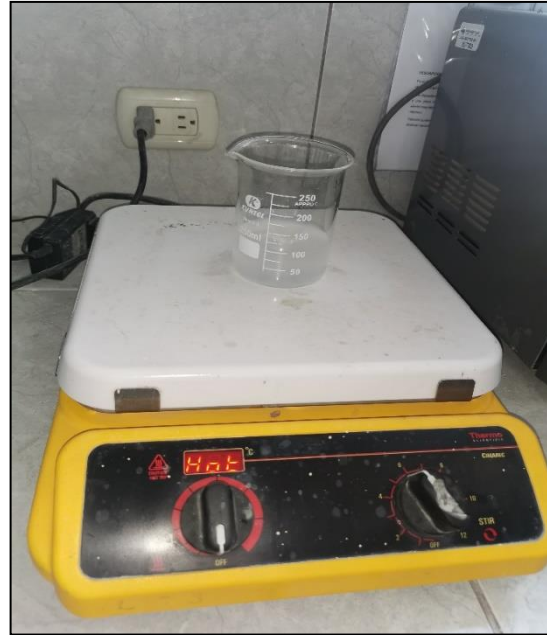
Peso del material en el ensayo de  
densidad Relativa.



Mezclado del material con fibras PET  
para realizar el ensayo de Densidad  
Relativa.



Pesado del material para realizar  
el ensayo de sales solubles.



Material en el termoagitador.



Agitando el material para luego  
dejarlo reposar.



Pesado del material para determinar  
las sales solubles.