

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**ADICIÓN DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA
CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN
EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

Presentado por:

BACH. PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Huancayo – Perú

2022

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ADICIÓN DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA
CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN
EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

Presentado por:

BACH. PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Huancayo – Perú

2022

ASESOR
ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO

DEDICATORIA

A mi madre Margarita Yauri Tunque, por su fortaleza, esfuerzo, integridad y ayuda en todo este camino, a mis familiares por creer en mí, ustedes son el mayor motivo para dar lo mejor.

Bach. Peñaloza Yauri, Delvis Russell

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por sus cuidados, gracias a mi madre, hermanos y a mi novia por su fortaleza, por su apoyo en cada decisión y proyecto, gracias por no soltar mi mano.

Gracias a la Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, a cada uno de los docentes que fueron parte de mi formación profesional, ética y moral.

Sin duda el camino no es sencillo, pero gracias a su apoyo y ejemplo, lo complicado de alcanzar esta meta ha sido menor, agradecido de por vida.

Bach. Peñaloza Yauri, Delvis Russell

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil
Jurado

Ing. Nataly Lucía Cordova Zorrilla
Jurado

Mg. Jeannelle Sofia Herrera Montes
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1. Planteamiento del problema	19
1.2. Formulación del problema	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Justificación de la investigación.....	21
1.3.1. Justificación práctica	21
1.3.2. Justificación científica	21
1.3.3. Justificación metodológica.....	22
1.4. Delimitación de la investigación.....	22
1.4.1. Delimitación espacial.....	22
1.4.2. Delimitación temporal	22
1.4.3. Delimitación económica.....	22
1.5. Limitaciones.....	22
1.6. Objetivos de la investigación	23
1.6.1. Objetivo general	23
1.6.2. Objetivos específicos.....	23
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes de la investigación	24
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	24
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	27
2.2. Marco conceptual	29
2.2.1. Fibra de ramio	29

2.2.2. Estabilización de la sub rasante	38
2.2.3. Estabilización con fibras naturales	41
2.2.4. Capacidad de soporte de la sub rasante	43
2.2.5. Propiedades físicas y dinámicas de la Sub rasante	49
2.3. Definiciones de términos	60
2.4. Hipótesis	61
2.4.1. Hipótesis general	61
2.4.2. Hipótesis específica	61
2.5. Variables	62
2.5.1. Definición conceptual de las variables	62
2.5.2. Definición operacional de variables	62
2.5.3. Operacionalización de las variables	63
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	64
3.1. Método de investigación	64
3.2. Tipo de investigación	64
3.3. Nivel de la investigación	65
3.4. Diseño de la investigación	65
3.5. Población y muestra	65
3.5.1. Población	65
3.5.2. Muestra	65
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	66
3.6.1. Técnicas	66
3.6.2. Instrumentos	66
3.7. Procesamiento de la información	66
3.7.1. Análisis granulométrico de suelo por tamizado MTC E 107	67
3.7.2. Ensayo de peso específico ASTM D-854, AASHTO T-100	67
3.7.3. Determinación del índice de plasticidad (IP) MTC E111	68
3.7.4. Abrasión los Ángeles (L.A.) al desgaste de agregados MTC E207	70
3.7.5. Ensayo de compactación de suelo utilizando energía modificada – Proctor Modificado MTC E115	71
3.8. Técnica y análisis de datos	72
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
4.1. Caracterización de suelo en estado natural	74
4.2. Plasticidad de la subrasante	76

4.3. Capacidad de soporte de la subrasante	76
4.3.1. Proctor modificado.....	77
4.3.2. Valor de CBR.....	78
4.3.3. Módulo resiliente	79
4.4. Ph de la subrasante.....	80
4.5. Resumen de propiedades.....	81
4.6. Prueba de hipótesis	82
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
5.1. Discusión de resultados con antecedentes	85
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS	94
Anexo N°01: Matriz de consistencia	95
Anexo N°02: Panel fotográfico.....	97
Anexo N°03: Certificado de los ensayos.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química de la planta de ramio	31
Tabla 2: Características físicas de la fibra de ramio	33
Tabla 3: Características físicas de la fibra de ramio comparadas con otras fibras naturales	34
Tabla 4: Compuestos químicos de la fibra de ramio.....	34
Tabla 5: Características que la celulosa le confiere a una fibra natural.....	35
Tabla 6: Propiedades mecánicas de la fibra de ramio	37
Tabla 7: Valor relativo al soporte para distintas clases de tráfico.....	46
Tabla 8: Valor relativo de CBR mínimo para una sub-base	46
Tabla 9: Rangos de la sub rasante.....	47
Tabla 10: Clases de suelo de acuerdo tamaño de partículas.....	51
Tabla 11: Correlación de tipo de suelos AASHTO-SUCS.....	54
Tabla 12: Clases de suelos de acuerdo el Índice de plasticidad	54
Tabla 13: Operacionalización de variable.....	63
Tabla 14: Tamaño máximo de partículas y peso mínimo	67
Tabla 23: Normalidad de los grupos de datos de la máxima densidad seca	73
Tabla 23: Normalidad de los grupos de datos del óptimo contenido de humedad ..	73
Tabla 23: Normalidad de los grupos de datos del valor de CBR	73
Tabla 15: Análisis granulométrico, suelo en estado natural.....	74
Tabla 16: Índice de plasticidad, suelo en estado natural.	75
Tabla 17: Plasticidad, suelo con y sin fibra de ramio.	76
Tabla 18: Máxima densidad seca, suelo con y sin fibra de ramio.....	77
Tabla 19: Óptimo contenido de humedad, suelo con y sin fibra de ramio.	78
Tabla 20: CBR al 95% MDS, suelo con y sin fibra de ramio.....	79
Tabla 21: Módulo resiliente, suelo con y sin fibra de ramio.	80
Tabla 22: Ph, suelo con y sin fibra de ramio.....	81
Tabla 24: Contrastación de la primera hipótesis.....	82
Tabla 25: Contrastación de la segunda hipótesis.	83
Tabla 26: Contrastación de la tercera hipótesis.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: (a) inflorescencia del ramio (b) tallo de la planta.....	30
Figura 2: Representación generalizada del tallo de las fibras blandas.....	31
Figura 3: Vista de la sección longitudinal de la fibra de ramio.....	34
Figura 4: Estructura química de la celulosa.	35
Figura 5: Flujo grama para la obtención de fibra textil de ramio.....	37
Figura 6: Fibra de ramio cruda y desgomada.....	38
Figura 7: Fibras de polipropileno.....	42
Figura 8: .Fibra de palmera	43
Figura 9: Transferencia de carga en un pavimento flexible.....	43
Figura 10: Estructura convencional de un pavimento flexible	44
Figura 11: Sección transversal – pavimento flexible	48
Figura 12: Determinación de la granulometría	50
Figura 13: Clasificación de suelos SUCS (grava y arena).....	52
Figura 14: Clasificación de suelos SUCS - LL.....	53
Figura 15: Aparato para límite líquido con ranurador ASTM-D4318	56
Figura 16: Moldeado de cilindros con alambre de referencia de 1/8”.....	56
Figura 17: Pesado de cilindros resultantes antes del secado	57
Figura 18: Materiales usados en el ensayo de Proctor Estándar	58
Figura 19: Tamizado de muestra para la obtención de agregado de ½” y 3/8”	59
Figura 20: Maquina de los Ángeles.....	59
Figura 21: Aparatos usados en el ensayo de peso específico del suelo	68
Figura 22: Curva granulométrica, suelo en estado natural.....	74
Figura 23: Carta de plasticidad, suelo en estado natural.	75
Figura 24: Plasticidad, suelo con y sin fibra de ramio.	76
Figura 25: Máxima densidad seca, suelo con y sin fibra de ramio.	77
Figura 26: Óptimo contenido de humedad, suelo con y sin fibra de ramio.....	78
Figura 27: CBR al 95% MDS, suelo con y sin fibra de ramio.	79
Figura 28: Módulo resiliente, suelo con y sin fibra de ramio.....	80
Figura 29: Ph, suelo con y sin fibra de ramio.	81

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Cuarteo y ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado Según NTP 339.128.	98
Fotografía N° 2: Ensayo para determinar el contenido humedad del suelo. Según NTP 339.127.....	99
Fotografía N° 3: Ensayo del material más fino que pasa por el tamiz N°200. Según NTP 400.018.....	99
Fotografía N° 4: Combinación para los ensayos con adición 0.3% de Fibra de Rami.....	100
Fotografía N° 5: Combinación para los ensayos con adición 0.6% de Fibra de Rami.....	101
Fotografía N° 6: Combinación para los ensayos con adición 0.9% de Fibra de Rami.....	101
Fotografía N° 7: Ensayo de análisis de PH del suelo convencional. Según la NTP 339.176.	102
Fotografía N° 8: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 0.3% de fibra de ramio. Según la NTP 339.176.	102
Fotografía N° 9: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 0.6% Fibra de Ramio. Según la NTP 339.176.....	103
Fotografía N° 10: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 0.9% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.176.....	103
Fotografía N° 11: Ensayo de Limite Líquido convencional. Según la NTP 339.129.	104
Fotografía N° 12: Ensayo de Limite Líquido con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.129.....	104
Fotografía N° 13: Ensayo de Limite Líquido con adición 0.6% Fibra de Ramio. Según la NTP 339.129.....	105
Fotografía N° 14: Ensayo de Limite Líquido con adición de Ensayo de Limite Líquido con adición 0.9% Fibra de Ramio. Según la NTP 339.129.....	106
Fotografía N° 15: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes. Según la NTP 339.141.	107
Fotografía N° 16: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.141.	108

Fotografía N° 17: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, con adición 0.6% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.141.	108
Fotografía N° 18: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, con adición 0.9% Fibra de Ramio. Según la NTP 339.141.	109
Fotografía N° 19: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes. Según la NTP 339.175:2002.....	109
Fotografía N° 20: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.	110
Fotografía N° 21: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 0.6% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002Según la NTP 339.175:2002.	110
Fotografía N° 22: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 0.9% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.	111
Fotografía N° 23: Sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas. Según la NTP 339.175:2002.	111
Fotografía N° 24: Sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.	112
Fotografía N° 25: Sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 0.6% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.	112
Fotografía N° 26: Sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 0.9% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.	113
Fotografía N° 27: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg convencional. Según la norma 339.175:2002.	113
Fotografía N° 28: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg, con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la norma 339.175:2002.....	114

Fotografía N° 29: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg, con adición 0.6% de Fibra de Ramio. Según la norma 339.175:2002..... 114

Fotografía N° 30: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg, con adición 0.9% de Fibra de Ramio. Según la norma 339.175:2002..... 115

RESUMEN

En la investigación se presentó como problema general: ¿De qué manera influye la fibra de Ramio para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible?, siendo el objetivo general: Analizar la influencia de la fibra de Ramio para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible. Y como hipótesis general: La implementación de la fibra de Ramio influye considerablemente para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

El método de la investigación es científico, de tipo de investigación será aplicado, de nivel explicativo y un diseño de investigación experimental. La población será el suelo en estado natural en la provincia de Huancayo con la adición de fibra de ramio y la muestra está conformada por 1 m³ de suelo con adición de fibra de ramio para ser estudiado en el laboratorio. El fin de la investigación se basará a los resultados obtenidos de la capacidad de soporte de la sub rasante en el diseño del pavimento flexible.

Obteniéndose los resultados que con la adición de fibra de ramio altera la máxima densidad seca de los suelos de subrasante, ocasionando una tendencia a decrecer de forma adecuada, puesto que los especímenes con fibra de ramio mostraron variaciones del 1.40%, -4.01% y -4.87% en comparación al espécimen natural del MDS= 1.773 gr/cm³, para el óptimo contenido de humedad se mostraron variaciones del -0.28%, -0.34% y -1.07% en comparación al espécimen natural OCH= 14.98% y finalmente para el CBR de los suelos presentaron diferencias del +23.53%, +41.18% y +76.47% en comparación al espécimen natural CBR=5.1% (SR insuficiente).

Palabras Claves: Fibra de Ramio, subrasante, mezcla asfáltica, estabilización.

ABSTRACT

In the investigation, the general problem was presented: ¿How does Ramie fiber influence to improve the support capacity of the subgrade in the design of flexible pavement? Being the general objective: Analyze the influence of Ramie fiber to improve the bearing capacity of the subgrade in the design of the flexible pavement. And as a general hypothesis: The implementation of the Ramie fiber with significant influence to improve the support capacity of the substrate in the design of the flexible pavement.

The research method is scientific, applied research type, explanatory level and experimental research design. The population will be the soil in its natural state in the province of Huancayo with the addition of ramie fiber and the sample is made up of 1 m³ of soil with the addition of ramie fiber to be studied in the laboratory. The purpose of the investigation will be based on the results obtained from the support capacity of the subgrade in the design of the flexible pavement.

Obtaining the results that with the addition of ramie fiber alters the maximum dry density of subgrade soils, causing a tendency to decrease adequately, since the specimens with ramie fiber showed variations of 1.40%, -4.01% and - 4.87% compared to the natural specimen of the MDS = 1.773 gr/cm³, for the optimal moisture content variations of -0.28%, -0.34% and -1.07% were shown compared to the natural specimen OCH = 14.98% and finally for the CBR of the soils there were differences of +23.53%, +41.18% and +76.47% compared to the natural specimen CBR=5.1% (insufficient SR).

KEY WORDS: Ramie fiber, subgrade, asphalt mix, stabilization.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Adición de fibra de ramio para mejorar la capacidad de soporte de la sub rasante en el diseño del pavimento flexible”, nace de la problemática presentada en un gran número de proyectos de pavimentación, en los cuales ,se hallaron suelos con deficientes capacidades físicas y mecánicas, estas al ser usadas directamente no son capaces de soportar las solicitaciones a la que es sometido provocando fallas prematuras en la capa asfáltica, por ello la importancia de la sub rasante y bases granulares usadas en los procesos de construcción.

La estabilización es una forma de dar solución a estos problemas por lo que se vienen implementando distintos métodos de mejoramiento del suelo con el uso de productos químicos, cal, cemento y fibras orgánicas como el ramio, con un desarrollo empírico inicial en laboratorio. Por lo que quiere decir que se necesita la experiencia en campo para evaluar si el análisis de laboratorio presenta correlación con el comportamiento del suelo.

La calidad de la sub rasante y el buen trabajo que vaya a desempeñar viene directamente relacionada con el material granular que sea usado y las capacidades físicas y dinámicas que este material presente, el uso de fibra de ramio busca mejorar dichas capacidades y, eventualmente, el desempeño de la misma como sub rasante, sea, mejor que en un estado inicial.

La tesis para su máxima comprensión deriva de cinco capítulos, analizados y distribuidos de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se realizará un planteamiento del problema, donde detalla el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación.

EL CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Se presentarán los antecedentes internacionales, nacionales de la investigación, el marco teórico, las bases teóricas, las definiciones conceptuales, formulación de hipótesis general y específica.

EL CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se puntualizará la metodología utilizada de la investigación, las variables independiente y dependiente, el método, el tipo, el diseño de la investigación, la población, la muestra y la operacionalización de variables.

EL CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se menciona los resultados obtenidos en el laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo.

EL CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se presenta la discusión de resultados.

Bach. Peñaloza Yauri, Delvis Russell

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, se evidencian muchas vías vehiculares con pésimas condiciones de uso, produciendo gran malestar en los usuarios y deterioro de las unidades vehiculares; estos problemas se evidencian en muchos países de Latino América; como es el caso de Guatemala, México, Ecuador, Bolivia, Colombia y Brasil; en estos países evidenciamos las patologías más comunes en el pavimento flexible tales como piel de cocodrilo, ondulaciones, abultamientos, hundimientos, baches, parches, fisuras, etc. Haciendo frente a estos problemas frecuentes en el pavimento estos países van innovando la infraestructura vial, con la aplicación de nuevas tecnologías de diseños de vías, como es el caso del uso de estabilizadores químicos.

A nivel nacional, el Perú no es ajeno a este tipo de problemas que se evidencian en las estructuras de pavimento flexible, el diario Perú 21 nos menciona que tras un breve recorrido por lima metropolitana se evidenciaron que en varias avenidas principales las pistas presentan huecos que parecen “cráteres” y muchas de estas se encontraban en estado crítico, en consecuencia esto representa un verdadero peligro para los usuarios de las vías, ya que estos problemas resultan ser los causantes de múltiples accidentes de tránsito; las avenidas más afectadas son: Tomas Marsano (Surco), José Granda (S.M.P), Arica (Breña), Los Héroes (S.J.M) y Paso de los Andes (Pueblo Libre). La particularidad que existe en estas avenidas principales es que las patologías se

presentan de manera continua a lo largo de todas sus cuadras que las comprenden.

Estos problemas se deben por lo general a que las vías vehiculares se construyen sobre lugares con múltiples desniveles y suelos con baja capacidad portante (inestables), tal es el caso de suelos blandos, lacustres o pantanosos. La estabilidad de pavimentos situados sobre suelos blandos es demasiado baja, producto a su baja capacidad portante del suelo; debido a esto el pavimento sufrirá importantes deformaciones producidas por el exceso de cargas sobre este suelo. (Soto, 2009).

A nivel Local, en el Junín los problemas más comunes que se producen en la construcción de pavimentos, tanto en ámbito urbano y rural se da en la sub rasante, por que frecuentemente están establecidos sobre suelos con baja capacidad de soporte como es el caso de los Limos – Arcillosos, en consideración al diseño de pavimentos se cuenta con tres alternativas de construcción: utilizar el material del suelo tal cual es hallado, reemplazar el suelo por uno con mejores propiedades provenientes de canteras (material de préstamos) y la última alternativa es la intentar mejorar las características y propiedades físico – mecánicas para así poder soportar las cargas que el pavimento ejerce sobre el suelo. (Silva, 2016).

El presente trabajo de investigación se enlaza con el estudio del mejoramiento de la capacidad de soporte de la sub rasante con la aplicación de la fibra de ramio.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye la fibra de Ramio para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuánto altera la fibra de Ramio en la máxima densidad seca para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible?

- b) ¿Cuánto mejora la fibra de Ramio en el óptimo contenido de humedad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible?
- c) ¿Cómo afecta la fibra de Ramio en el valor de CBR para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible?

1.3. Justificación de la investigación

La justificación de la investigación solicita indicar la incidencia de la fibra de ramio en el mejoramiento de la sub rasante del pavimento flexible.

1.3.1. Justificación práctica

Según (Méndez Álvarez, 2020) “Se considera cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.”

La justificación práctica nos permitirá contribuir a la sociedad para tener en cuenta el uso de la fibra de ramio para mejorar el CBR de la subrasante en el diseño del pavimento flexible, como resultado obtener excelentes parámetros de tránsito para los vehículos y habitantes por una vía correcta y sin existencia de fallas.

1.3.2. Justificación científica

Según Carrasco (2006), nos detalla que los valores de la investigación pueden difundirse y agregarse al conocimiento científico y también sirvan para llenar espacios cognitivos presentes en las bases de datos actuales.

La presente investigación se sustenta teóricamente, ya que nos permitirá reconocer el predominio que puede causar el uso de las fibras de ramio en el pavimento flexible mediante ensayos de laboratorio el cual servirá como punto de referencia de manera científica para dar referencialmente una base de datos confiables para posteriores proyectos relacionados al tema.

1.3.3. Justificación metodológica

Según (Bernal, Blanco, & Villalpando, 2010), una investigación se justifica metodológicamente cuando se propone desarrollar un nuevo método o estrategia que permita obtener conocimiento válido o confiable.

La presente investigación propone una nueva fibra que el ramio para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible, y evaluó los parámetros que el MTC posee y será aplicado para futuros proyectos de pavimentación.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación espacial

El desarrollo de la presente tesis se dio en el distrito y la provincia de Huancayo, en la Región Junín.

1.4.2. Delimitación temporal

El desenvolvimiento de la tesis propuesta se llevó a cabo en el año 2021 finalizándose en el 2022.

1.4.3. Delimitación económica

El presupuesto necesario que se requirió en la investigación fue bastante limitado, fundamentalmente por el alto costo que conlleva realizar los ensayos, además del transporte de muestras y el proceso de extracción que tuvo costos extras.

1.5. Limitaciones

La estabilización de suelos es un método que se viene realizando hace mucho tiempo con el objetivo de mejorar las capacidades físicas y mecánicas del suelo con procedimientos teórico-empíricos probados en laboratorio, lo que significa que se requiere experiencia en campo para determinar si el análisis de laboratorio tiene correlación con las condiciones naturales los resultados e información recolectada puede ser usada en eventos reales.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Analizar la influencia de la fibra de Ramio para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Identificar la alteración de la fibra de Ramio en la máxima densidad seca para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.
- b) Cuantificar la mejoría de la fibra de Ramio en el óptimo contenido de humedad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.
- c) Especificar el efecto de la fibra de Ramio en el valor de CBR para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Moll Martínez, 2018) muestra la tesis de pregrado Titulado: “Procedimiento para el diseño estructural de pavimentos flexibles rehabilitados en Cuba con el empleo de bases recicladas utilizando ligantes asfálticos”, el cual fija como objetivo general: Elaborar el proceso para el diseño de pavimentos flexibles donde se empleen como parte de la estructura la base realizada por las materias del pavimento reciclados con asfalto espumado o emulsión bituminosa, empleando la metodología: Desde un enfoque cuantitativo con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo, obteniendo como resultado Las deflexiones obtenidas por ALIZE-III para los diseños realizados cumplen con la establecida por la ley de comportamiento para el tráfico de proyectos, y finalmente concluyo: Que se presentó la disimilitud del grosor de área asfáltica del proyecto original y del proceso manifestado de 2 cm, siendo bajo en el proyecto realizado.

(Lopez Martínez, 2018) presento la tesis de posgrado Titulado: “Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de los suelos arenosos del sector de pomasqui para cimentaciones superficiales y contra pisos, mediante el uso de cemento tipo MH”, el cual fija como

objetivo general: Evaluar el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de los suelos arenosos del sector de Pomasqui para cimentaciones superficiales y contra pisos, mediante el uso de cemento tipo MH, empleando la metodología: De tipo de investigación aplicada, con diseño experimental y de nivel explicativo, obteniendo como resultado: Que las condiciones de diseño para el suelo arenoso de Pomasqui con una mejora de 3% con cemento presentan una cohesión =2.5 kg/cm², ángulo de fricción = 45 °, módulo de elasticidad = 700 kg/cm² y un CBR = 130, y finalmente. La muestra de suelo natural compactado presenta una cohesión=0.0 kg/cm², ángulo de fricción = 45 °, módulo de elasticidad = 150 kg/cm² y un CBR = 25. La muestra de suelo natural suelto presenta una cohesión=0.0 kg/cm², ángulo de fricción = 25° a 30 °, módulo de elasticidad = 100 kg/cm² y un CBR = NA, finalmente concluyo: Mencionando que el uso de cemento tipo MH con un 3 % en proporción al peso seco el favorable debido a que reemplaza al material de base (laster) debido al elevado valor de CBR que sobrepasa el valor menor de una sub base clase 3 en un 40 %.

(Delgado Alvia, 2018) expone la tesis de pregrado Titulado: “Estabilización de suelos para atenuar efectos de plasticidad del material de sub rasante de la carretera Montecristi - Los Bajos”, el cual fija como objetivo general: Evaluar la reacción agregando el aditivo (cal o cemento) en la superficie terrestre por encima de la descendencia de la plasticidad, para el mejoramiento de su comportamiento como subrasante de carretera, empleando la metodología: Desde un enfoque cuantitativo con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como resultado: Que son favorables de acuerdo al contenido de cal (6%) para la estabilización de esta superficie terrestre y se encuentran en el inferior del rango internacionalmente reconocido para ello (4 -8%), y finalmente concluyo: Mencionando que se presenta una descendencia significativa del IP ocasionado por un liviano incremento del LP y un considerable de crecimiento del LL.

(Leyva Cervantes, 2019),presento la tesis de pregrado Titulado: “Durabilidad de compuestos a base de matrices minerales reforzados con

fibras naturales”, el cual fija como objetivo general: Analizar el efecto de los tratamientos hidrofóbicos a base de ceras en las fibras naturales a través de la descendencia en su capacidad hidrofilia para adicionar la durabilidad en el interior de la matriz cementante y tener en cuenta propiedades mecánicas correctas, las variables que se tienen son las matrices minerales, el tipo de fibras y volumen, así como la exposición a una condición adversa para evaluar su durabilidad, empleando la metodología: Aplicada desde enfoque cualitativo y de un diseño experimental, obteniendo como resultado: Las fibras naturales presentan una alta absorción a agua y el uso de tratamientos hidrológicos a base de ceras y emulsión permitió una reducción significativa a esa propiedad, las fibras aplicadas con emulsiones se exponen a un mes en una solución alcalina de hidróxido de calcio con potencial de hidrógeno de 12.5 a una T° de 70 °C, y finalmente concluyo: Mencionando que La porosidad de la matriz de los componentes se ve causada por la existencia de fibras a máximo contenido de fibras mayor porosidad, las fibras de meta caolín se incrementó un 0.1%, 7 %y 9% para Vf= 0.4, 0.7 y 1.0%.

(Aguirre Fuelantana & Fuel Valencia, 2020), muestra la tesis de pregrado Titulado: “Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos finos mediante la adición de residuos provenientes de fibras vegetales”, el cual fija como objetivo general: Evaluar el porcentaje óptimo de residuos de fibras vegetales originadas del fique en la que se incrementa a los suelos finos para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos finos., para la mejora de su comportamiento como subrasante de carretera, empleando la metodología: De tipo de investigación aplicada de enfoque cualitativo y de un diseño experimental, obteniendo como resultado: Para adicionar el 0.5 % de fibra presento una humedad de 3.50 % , ante pruebas de esfuerzo máximo se registró una resistencia de 5.85 kg/cm², para la adición de 1.0 % de fibra presento una humedad de 3.50 % , ante pruebas de esfuerzo máximo se registró una resistencia de 5.88 kg/cm², para la adición de 1.5 % de fibra presento una humedad de 3.50 % , ante pruebas de esfuerzo máximo se registró una resistencia de 7.82 kg/cm², para la adición de 2.0 % de fibra presento una humedad de 3.50

% , ante pruebas de esfuerzo máximo se registró una resistencia de 8.41 kg/cm², y finalmente concluyo: Mencionando que cuando se incrementa el 1.5 % a 2.0% de adición de material vegetal resultan porcentajes óptimos para obtener la mejora de las propiedades mecánicas de los suelos finos , adicionando el 1.5 % el esfuerzo obtenido es de 7.82 k/m², con adición de 2% el esfuerzo obtenido es 8.41 k/cm².

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Godoy Moreyra, 2018) exhibe la tesis de pregrado Titulado: “Modificación de la capacidad portante de la sub rasante por estabilización química utilizando MAXX – SEAL 200 en pavimento flexible en la Av. Ganaderos - Surco, 2018”, el cual fija como objetivo general: Analizar la capacidad portante de la sub rasante al incrementar un porcentaje del estabilizador químico MAXX-SEAL 200 en la Av. Ganaderos - Surco, 2018, empleando la metodología: En el presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, obteniendo como resultado: Se calculó que la máxima incrementación de la capacidad portante de la sub rasante se obtiene el 17.55%, al incrementar el 10% del MAXX – SEAL 200,y finalmente concluyo: Que el CBR de la sub rasante ascienden directamente proporcional al porcentaje de adición del estabilizador MAXX-SEAL 200 en un suelo limo orgánico (OL) un CBR al 95% a 0.1” con la muestra de suelo natural 7.65%, incorporando el 6, 8 y 10% se obtuvo los valores de CBR de 10.2%, 12.85% y 17.55% respectivamente..

(Moreno Varas & Rodrigez Iparraguirre, 2019) muestra la tesis de pregrado Titulado: “Estabilización de suelos para atenuar efectos de plasticidad del material de sub rasante de la carretera Cáceres del Perú – Tara –Distrito de Cáceres del Perú”, el cual fija como objetivo general: Evaluar la causa incrementando el aditivo (cal o cemento) en el suelo por encima de la disminución de la plasticidad, para la mejora de su comportamiento como subrasante de carretera, empleando la metodología: Desde un enfoque cuantitativa de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, obteniendo como resultado: que al adicionar el 1.5 % de cal el CBR =7.44 , con una dosificación de 2.5 % el

CBR=11.40 y de una dosificación de 3.5 % de cal el CBR=11.25 con una reducción en el índice de plasticidad de 29.98 % a 11.75 % y el índice de plasticidad de 29.98 % a 11.75 % a consecuencia disminuyendo el índice de plasticidad en 60.81 %,y finalmente concluyo: Mencionando que al aplicar el agente estabilizante en distintas proporciones (1.5 %, 2.5% y 3.5 %) a la superficie terrestre en su estado natural llegando a estabilizar la superficie terrestre para la mejora de sus propiedades físicas y mecánicas a favor de un comportamiento más eficaz.

(Orejon Estrada, 2018) presento la tesis de pregrado Titulado: “Propuesta del mejoramiento de la sub rasante de pavimentos flexibles usando las geo mallas biaxiales en suelos de bajo valor de soporte California – Distrito de Ahuac”, el cual fija como objetivo general: Considerar el ofrecimiento correcto para la mejora de la sub rasante de pavimentos flexibles teniendo en cuenta las geo mallas biaxiales de mínimo resultado de soporte de california – distrito de Ahuac, empleando la metodología: Desde el enfoque cuantitativo, cuyo tipo de investigación es experimental, obteniendo como resultado: Que a través de la aplicación de las geo mallas biaxiales de tipo MacGrid EGB 20 y MacGrid EGB 30, para capacidad de soporte igual al 2.6 % no se necesita de ningún tipo de mejoramiento, a causa del incremento estructural de la geo malla, y finalmente concluyo: Mencionando que, a colocación de geo mallas no sólo disminuye el costo de material de préstamo, si no que se disminuye el metrado de las capas del pavimento flexible debido al grosor.

(Ramos Pereira, 2019) expone la tesis sustentada en pregrado Titulado: “Mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo a nivel de sub rasante a través de la utilización del sistema Rocamix entre la prolongación de la avenida San Antonio de Padua y de la calle 04 de La Asociación de vivienda 2 de Octubre del centro poblado San Antonio – Moquegua, 2017”, el cual fija como objetivo general: Evaluar el CBR a nivel de sub rasante a través de la aplicación del sistema rocamix entre la prolongación de la Av. San Antonio de Padua y de la calle 04 de la asociación de vivienda 2 de octubre del C. P. San Antonio – Moquegua, empleando la metodología: En el presente trabajo de investigación es

descriptivo y explicativo, obteniendo como resultado: El sistema rocamix sí mejoró en un CBR 100 % en un 102,67 % en un CBR de 0,2" y en 0,1" en un 86,60 % y disminuyó la expansión hasta un 0,09 %, y finalmente concluyo: Mencionando que el producto final de la evaluación estaría dentro de las categorías de sub rasante dadas por el MTC encontrándose en una sub rasante buena teniendo un CBR al 100 % de la sub rasante de 38,2 % a 1", un CBR al 95 % de 15,2 % a 1" y una expansión de 12,63%.

(Martinez Chavez, 2019) presento la tesis de pregrado Titulado: Estabilización de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de sub rasante, el cual fija como objetivo general: Determinar la influencia del aditivo órganosilanos en la estabilización un suelo cohesivo a nivel de sub rasante, empleando la metodología: En el presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, obteniendo como resultado: La adición del aditivo órganosilanos influye en el incremento del % de CBR la cual se comporta directamente proporcional según se incrementa la dosis de aditivo, los resultados para el C1= 0.5kg/m³ donde el CBR es de 14.84 +/-0.067 % que se clasifica como una sub rasante muy buena, en el caso de la C2= 1.0 kg/m³su CBR es de 24.95 +/- 1.631 % clasificada como una sub rasante buena, y finalmente concluyo: Mencionando que las muestras estabilizadas llegan a un CBR de 40 % siendo aptos para material de sub base, tres de las calicatas llegan a tener un CBR de 38.55 %,36, 10%, 21.70% lo que cumplen con la proposición de >20 % de CBR es una sub rasante muy buena y una sub rasante excelente.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Fibra de ramio

El ramio es una planta dicotiledonia la cual pertenece a la línea de las urticáceas compuesta por varias especies entre las que resaltan el ramio blanco y el ramio verde. Esta planta es perenne la cual tiene una larga vida, puede llegar a una altura de 5 m en condiciones favorables (clima cálido y templado con precipitaciones abundantes), esta planta se comporta de manera rustica por lo que no se ve afectada por plagas.

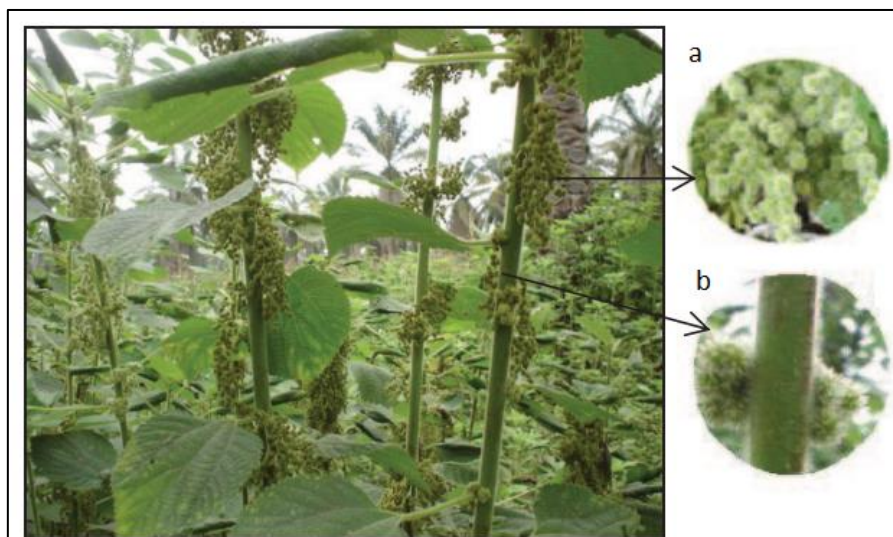
Tiene alta resistencia a fuertes épocas de lluvia, sequias prolongadas y heladas moderadas. Su cosecha puede ser realizada en estado verde o maduro a un periodo de 60 -80 días se puede realizar una nueva cosecha.

Su rendimiento es excepcional ya que el rendimiento de la fibra libre de trocitos de madera es de 2 al 30 % de lo que se reduce un 30 % del total obtenido por el desgomado.

a) Usos de la fibra de ramio

Este material ha sido aplicado por varios siglos en China y Japón. La fibra extraída de esta planta que se caracteriza por su color blanco puro y es una de las más antiguas en ser conocida la cual presenta gran resistencia y durabilidad.

Figura 1: (a) inflorescencia del ramio (b) tallo de la planta

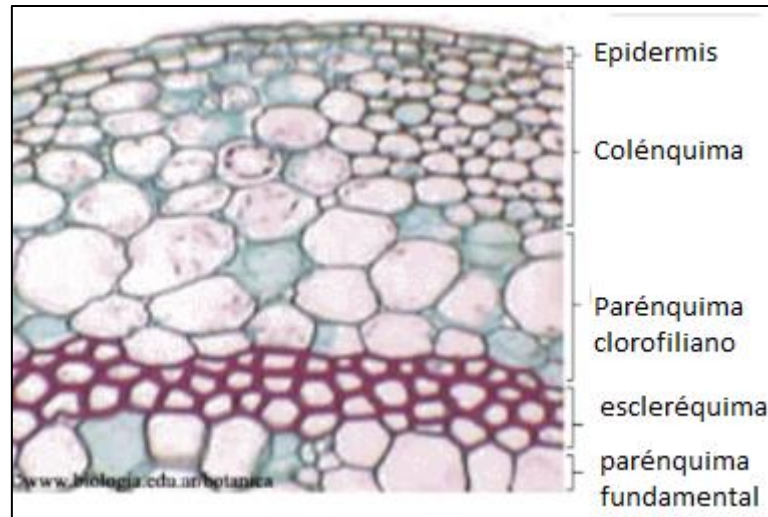


Fuente. (Salazar Romero, 2010)

Al llegar a su madurez los tallos se constituyen por peridermis la cual viene a ser realizada por 6 capas de células secas que cuidan el exterior del tallo, a esta le sigue la zona de colénquima seguida por una capa de parénquima de 3 - 5 células de grosor que presentan cristales, granos de almidón y gomas la cual se encuentra rodeando a un cilindro de fibras realizadas por células poligonales de paredes muy gruesas de una magnitud entre 10 a 25 μm .

Mientras que esta planta sea de una edad más avanzada se presentarán de 3 a 6 filas de fibras en forma de cilindro.

Figura 2: Representación generalizada del tallo de las fibras blandas



Fuente: (Salazar Romero, 2010)

La composición química de una planta madura de ramio, con un contenido fibroso de casi 30 %, razón por la cual está considerado dentro del cultivo de textiles.

Tabla 1: Composición química de la planta de ramio

Componentes	%
Materia seca	24.50
Proteína cruda	15.80
Grasa cruda	4.50
Fibra cruda	29.70
Elementos no nitrogenados	29.40
Cenizas	20.60
Calcio	4.70

Fuente: (Salazar Romero, 2010)

Se obtiene que la fibra de ramio por lo que no considera la corteza a mano, prosiguiendo con el desgomado, con la cual se eliminan los materiales pépticos y que tiene en cuenta de hundir los tallos en baños alcalinos seguidos de lavados energéticos, y del agramado al peinado. La fibra se obtiene por procedimientos artesanales la cual es usada para la confección de mantelerías y en especial la fabricación de correas y cuerdas imputrescibles.

El ramio es una de las fibras vegetales usada a por miles de años, está calificada por su composición química como fibra de celulosa al igual que el algodón, lino y el rayón. Los principales productores de ramio son China, Taiwán, Corea, Filipinas y Brasil.

El empleo de ramio incremento a mediados del decenio de mil novecientos resaltando el uso de las fibras naturales en el uso de prendas de vestir. El ramio y las prendas de vestir hechas con más de 50 % de ramio, entraron en los EE.UU. como exportación.

El ramio también viene a ser conocido como yerba china y lona de yerba, las fibras son extraídas de la corteza del tallo. El proceso de transformación de la fibra de ramio es similar a la fabricación del lino, su fibra es fina similar a la seda, de color blanco con un alto brillo.

2.2.1.1. Fibra de ramio

A. Propiedades

- El ramio es una de las fibras naturales caracterizado por ser no muy livianos.
- Es más fuerte cuando está mojado.
- Es afín al lino.
- No es tan permanentes como otras fibras, con lo que acostumbra a aplicarse como mezcla con diferentes fibras como el algodón o bien la lana.
- Es aquella capacidad de tenerlo de la manera adecuada, disminuir las arrugas y también introducir un brillo sedoso en el aspecto de la lona.

B. Ventajas y desventajas del ramio

Ventajas

- Soporta a las bacterias, al moho y al ataque de los insectos.
- Demasiado incremento.
- Tintes muy sencillos
- Incrementa su fuerza cuando está mojado.

- Soporta elevadas temperaturas de agua a lo largo del lavado.
- La apariencia lustrosa y suave mejoramiento con el lavado.
- Tiene en consideración la textura y no se reduce.
- Llega a ser blanqueado.

Desventajas

- Mínima en elasticidad.
- No presenta resistencia.
- Poca resistencia a la abrasión.
- Se arruga de forma fácil.
- Recio y vulnerable.

2.2.1.2. Propiedades de ramio

El ramio presenta características como la gran diversidad de propiedades las que la hacen de fácil manejo y gran resistencia.

a) Propiedades Físicas

El estudio de las propiedades físicas, nos muestran al ramio como una fibra vegetal fina de valor igual o menor al algodón y refleja también su capacidad de absorción y eliminación de agua, sin reducirse y sin precisión de ser subyugado a la torsión.

Tabla 2: Características físicas de la fibra de ramio

Propiedades físicas	
Magnitud de células de la fibra	120-150 mm
Finura de la fibra	20-60 μm
Recuperación de Humedad	12 %

Fuente: (Salazar Romero, 2010).

Las características físicas de las fibras naturales están afectadas por la estructura química que presentan, de tal manera que el contenido de celulosa que lo detallan, el grado de polimerización, cristalinidad y orientación, los cuales varían por efectos de parámetros durante el crecimiento y los métodos de extracción a los que es sometido.

Tabla 3: Características físicas de la fibra de ramio comparadas con otras fibras naturales

Propiedad	Ramio	Cáñamo	Lino	Seda
Capacidad de elongación (%)	100	36	25	13
Elasticidad (%)	100	75	66	400
Resistencia a la torsión (%)	100	95	80	600

Fuente: (Salazar Romero, 2010)

b) Propiedades Químicas

Esta fibra soporta con satisfacción a la acción de los químicos y detallan una elevada resistencia a los efectos de bacterias y hongos. Se muestra que una vez al ser desgomada con demasiada vulnerabilidad al ataque de microorganismos, en situaciones como en la humedad en las agravantes en las que se encuentre acumulada en parámetros de humedad y temperaturas favorables a los mismos.

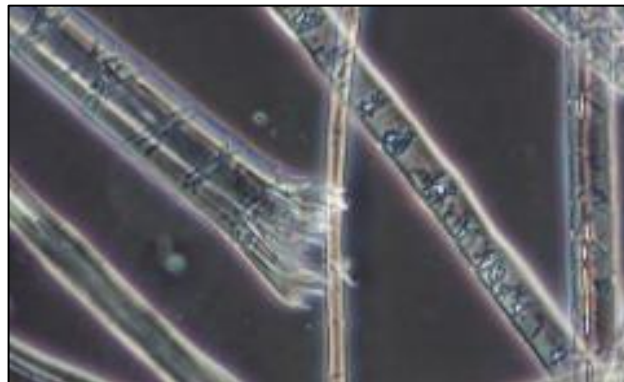
Las telas realizadas con este hilo muestran baja elasticidad y tiende a arrugarse y presentan una facilidad al teñirse conservando el color en el tiempo. (Salazar Romero, 2010)

Tabla 4: Compuestos químicos de la fibra de ramio

Propiedades químicas	
Cenizas	1.5 %
Ceras, grasas y resinas	0.32 %
Pentosa nos	4.03 %
Lignina	0.54 %
Celulosa	86.5 %

Fuente: (Salazar Romero, 2010).

Figura 3. Vista de la sección longitudinal de la fibra de ramio



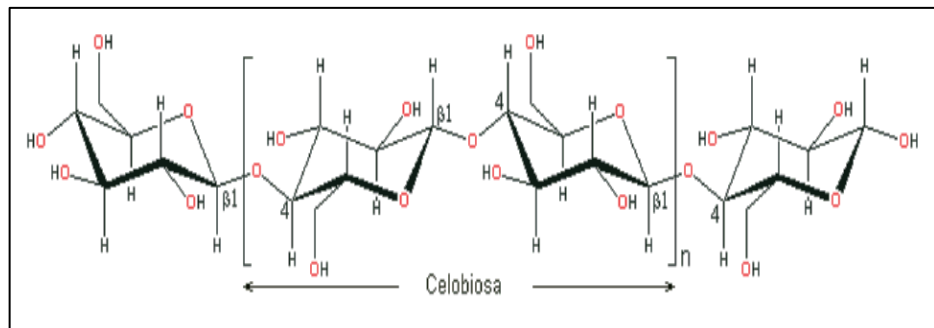
Fuente: (Salazar Romero, 2010).

1. Composición química del ramio

La composición química de las fibras de ramio está básicamente compuesta por celulosa. Cuando la planta sea cosechada sin llegar a su punto de maduración menor será su contenido de celulosa y máxima cantidad de agua presente en la fibra.

Salazar Romero (2010), nos menciona que el ramio viene siendo “formada por cientos y miles de monómeros de β -glucosa, la celulosa es un polisacárido insoluble en agua, rígido y de peso molecular variable”

Figura 4: Estructura química de la celulosa.



Fuente: (Salazar Romero, 2010).

Tabla 5: Características que la celulosa le confiere a una fibra natural

Fibra con alto contenido de Celulosa	
Características	Ventajas
Buena absorbencia.	Correcta para la realización de fabricación de toallas y prendas.
Capacidad de resistir elevadas temperaturas.	Pueden ser esterilizadas en autoclave.
No presente volumen.	Pueden elaborarse hilos compactos tipo crepe.
Buen conductor de la electricidad.	No acumula electricidad estática.
Alta densidad.	Las telas se presentan más pesadas.
Resistente a las polillas.	Más facilidad de almacenamiento.
Características	Desventajas
Poca resiliencia.	Las telas se arrugan.
Alteradas por ácidos minerales y orgánicos.	Las manchas se fijan rápidamente.
Inflamabilidad.	Son fáciles de encender.
Resistencia moderada a la luz solar.	Al ser expuestas por largos periodos a la luz, sufren desgaste y fragmentación.

Fuente: (Salazar Romero, 2010).

2. Lignina

Esta sustancia adjunta a la celulosa en las membranas en el interior, es el segundo compuesto más fundamental de los polisacáridos y es uno de los polímeros más acumulados de la tierra.

Las ligninas son polímeros mixtos y soportantes las cuales distribuyen la rigidez a la pared celular y cuidado al ataque de sustancias químicas de microorganismos, imposibilitando la penetración de enzimas destructivas. Funcionando en la práctica como relleno para impartir rigidez en el tallo de la planta haciéndolo que soporte a la flexión y a la compresión.

La lignina es insoluble en ácidos y soluble en álcalis fuertes y para ser eliminada junto a los elementos no fibrosos se lleva a cabo una acción de cocción aplicando un digestor y un alcalino desintegrante. Es importante resaltar que la lignina aumenta ostensiblemente con el curso de la maduración. (Salazar Romero, 2010)

3. Pentosanos

Alrededor del 80 % de pentosa nos son insolubles, fijan agua y se hinchan, pero no forman una solución verdadera y el otro 20 % restante se semeja a las gomas en cuanto a sus propiedades químicas ya que se disuelven para formar una solución y se extraen con álcalis acuoso.

También son considerados carbohidratos y el alto contenido de este en las fibras facilita el desarrollo de hongos, la descomposición de las fibras si no se mantienen a condiciones apropiadas de humedad y temperatura en el almacenamiento.

4. Ceras, grasas y resinas

Son sustratos insolubles en medios acuosos que se encuentran en los vegetales recubriendo la epidermis de los frutos evitando la pérdida de agua por evapotranspiración.

5. Cenizas

Son productos de la combustión de las fibras las cuales son compuestas de sustancias inorgánicas no combustibles como los minerales que no arden ni se evaporan.

Tabla 6: *Propiedades mecánicas de la fibra de ramio*

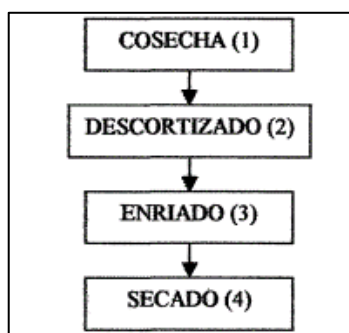
Características mecánicas	
Tenacidad	39,73 cN/tex
Elongación a la ruptura – seco	3-7 %
Elongación a la ruptura – mojado	1.5-5%
Densidad	1.51-1.55 g/cm ³

Fuente: (Salazar Romero, 2010).

2.2.1.3. Producción de la fibra de ramio

Escudero Saldaña (2003), nos menciona que las plantas maduras de la fibra de ramio son cortadas, los tallos son extraídos a mano o máquina, aprovechando la medición general de los tallos y se presenta fibras más extensas.

Figura 5: *Flujo grama para la obtención de fibra textil de ramio*



Fuente: (Escudero Saldaña, 2003).

- Cosecha: Se cortarán los tallos de las plantas y se quitarán lo que son las puntas y las hojas de la planta, por lo que esto llega a usarse como forro.
- Descortezado: Trata en dividir el atado de la fibra del tallo, para después ser embestidos al enriamiento
- Enriado: Es aquella fase se colocará la fibra resultante en un depósito de agua estancada por un tiempo adecuado. Se propensa los manojos con tablas o piedra logrando evitar que broten a causa de la fermentación y de los gases formados.

- Secado: Trata en quitar las fibras del embacé de agua y realizar el secado en las fibras ya expuestas al sol, para un secado más rápido en estufas.

Figura 6: Fibra de ramio cruda y desgomada



Fuente: (Swicofil, 2008).

a) Costos de la fibra de ramio

La fibra de ramio es producida por varios países principalmente países orientales como China, Japón, etc. Los que nos ofrece a diversos precios entre \$ 5.00 a \$ 10.00 en madejas de 3 kilogramos.

2.2.2. Estabilización de la sub rasante

La estabilización de los suelos está centrada en el mejoramiento de las propiedades físicas - mecánicas del suelo atreves de diversos procedimientos mecánicos, naturales, sintéticos o con la incorporación de productos químicos. La cual es usado en suelos pobres o que no cumplen con la capacidad requerida, en este caso la estabilización de suelos con cemento, cal, asfalto, fibras naturales son los más conocidos y usados junto a emulsiones para mejorar sus propiedades.

2.2.2.1. Criterios geotécnicos para la estabilización de suelos

Consideramos suelos aceptables para ser usados como sub rasante a aquellos que presenten un CBR mayor a 6 %. Para identificar qué tipo de estabilizante es adecuado a usar en el suelo con el que trabajemos, se tendrá que precisar el tipo de

suelo con el que se está trabajando y clasificarlo según el ASSHTO.

Los suelos que se encuentren en esta zona son: los limos, arcillas, arenas limosa y arcillosa, gravas y una combinación alternativa entre estos.

2.2.2.2. Tipos de estabilización de suelos

Existe la diversidad de métodos usados para la estabilización de suelos principalmente de la sub rasante con el uso de diversos productos ya sean químicos como el uso es estabilizadores de adquisición industrial, estabilización con productos como: la cal, cemento, cloruro de sodio, escoria y por otra parte formas de estabilización más eco amigables como el uso de fibras naturales como: plátano, lino, ramio etc. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

a) Estabilización mecánica de suelos

Con esta metodología se aspira a estabilizar la superficie terrestre sin modificar la estructura y la composición del suelo para lo que se compacta con el rodillo disminuyendo así el volumen de vacíos presentes en el suelo (pág. 113).

b) Estabilización por combinación de suelos

Este método se tiene en cuenta la mezcla del material superficie terrestre presente con material de préstamo. Para lo que llega a disgregarse o escarifica el suelo para luego colocar la material de préstamo o de contribución estos se humedecen o airearán hasta llegar a la humedad adecuada para la compactación y previo desecho de partículas mayores de 60mm y 75 mm, seguido a esto se realizara el mezclado de ambas superficies terrestres, por lo que se realizará y compactara teniendo en cuenta con las coacciones de la norma con respecto a la densidad (pág. 113).

c) Estabilización por sustitución de los suelos

Este procedimiento se realiza en sectores donde la sub rasante presente una capacidad portante pobre, en superficies terrestres de plasticidad media y valores de soporte de CBR mayor o igual 3% y CBR menor al 6%.

d) Estabilización con cal

La estabilización de suelos con cal se logra con una mezcla homogénea entre cal, agua y suelo. Ocasionando así una reacción rápida de floculación o intercambio iónico, seguida de otras reacciones más lentas de tipo puzolánica con la realización de productos innovadores químicos.

La sílice y la alúmina de los fragmentos del suelo se mezclan con la cal por la existencia de agua lo que ocasiona la formación de silicatos y aluminatos de calcio insolubles. (pág. 116)

e) Estabilización con cemento

Esta materia conformada por suelo – cemento es obtenida al mezclar suficiente cantidad de agregado con cemento y agua luego de ser mezclada de forma homogénea con la maquinaria luego de esparcido el cemento. De esta manera el material terroso separado se convierte en material endurecido a consecuencia de la reacción del agua con el cemento lo que ofrece más resistencia al suelo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Pero a diferencia del hormigón los granos del suelo no llegan a ser cubiertos en su totalidad por la pasta de cemento, si no que están puntalmente juntos entre sí, lo que no lo hace comparable con el concreto (pág. 118).

f) Estabilización con fibras naturales

Se trata de técnicas relacionadas con el medio ambiente mediante el uso de fibras naturales obtenidas por diversas plantas que serán desechadas u no tiene usos distintos como

resultado de que sus frutos ya hayan sido usados como: el plátano, ramio, lino, etc.

Para Hernández, Perdomo, & Rincón (2015) nos menciona que algunas fibras presenten un mejor soporte químico y a la corrosión se deberán cubrir con materias geo sintéticas permeables usados en relación a los suelos. Esta técnica aporta a realizar una seguridad a la zona debida que se fija al mismo e interceptan las áreas donde existe agua, sin ocasionar y controlar la erosión y los levantamientos de la masa del suelo (pág. 3) .

2.2.3. Estabilización con fibras naturales

El ministerio de transportes y comunicaciones (2005), menciona que la estabilización de suelos es una metodología basada en la aplicación de un producto, para lo que se usa generalmente estabilizadores y diversos productos como cal, cemento, productos orgánicos, los cuales deben de ser mezclados de manera homogénea con la superficie terrestre a tratar según los parámetros técnicos (pág. 6).

En los últimos años se han desarrollado diversos métodos para mejorar el suelo los cuales implica la adición de diversos materiales que tienen como objetivo principal “el refuerzo de los suelos con el propósito de incrementar la estabilidad, aumentar la capacidad de carga y reducir el asentamiento de este” (Vettorelo & Clariá, 2014, pág. 1).

En general los diversos estudios realizados concuerdan que la resistencia al corte aumenta al adicionar fibras a la matriz de la superficie terrestre. Al involucrar el mecanismo de interrelación entre las fibras y el suelo, en vista de que se modifican las especificaciones de resistencia al corte y a la rigidez del suelo.

En este aspecto se ven involucrados el tipo de fibra, la longitud, la rugosidad y la forma que presenta la fibra, así, como las características de la distribución granulométrica, la rugosidad de partículas, el contenido de humedad y el tamaño.

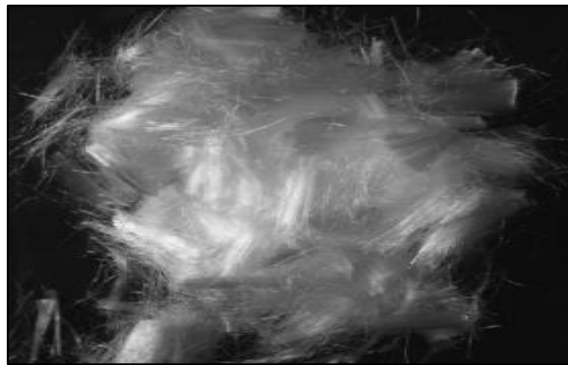
A) Tipos de Fibras

- **Fibras sintéticas**

El uso de las fibras sintéticas usadas para reforzar el suelo son las fibras sintéticas debido a sus características mecánicas y de alta durabilidad. Debido a esto las fibras más usadas son el polipropileno, monofilamento, fibras de polietileno tereftalado, polietileno de alta densidad y fibras de gomas de neumáticos (pág. 2).

Los contenidos de fibras usados varían entre el 0.25% y el 3% respecto al peso del suelo seco, demostrando que más allá de este límite el refuerzo que proporcionan estas fibras prácticamente es nulo.

Figura 7: Fibras de polipropileno.



Fuente: (Vettorelo & Clariá, 2014, pág. 1)

- **Fibras Naturales**

El refuerzo de suelos mediante fibras naturales los cuales son una técnica de estabilización eco amigable y de bajo costo. El uso de estas técnicas son prometedoras en países de bajo desarrollo debido a que esta pueden ser obtenidas de planta usadas en la industria alimentaria.

En investigaciones anteriormente realizadas se usaron fibras de sisal, fibras de coco, fibra de palmera. Estas fibras naturales se caracterizan por una baja resistencia química a la corrosión, son biodegradables debido a ello es recomendable su uso en

estructuras provisionales y aquellos que estén expuestos bajo riesgo por degradación (pág. 2).

Figura 8: Fibra de palmera



Fuente: (Vettorelo & Clariá, 2014, pág. 1)

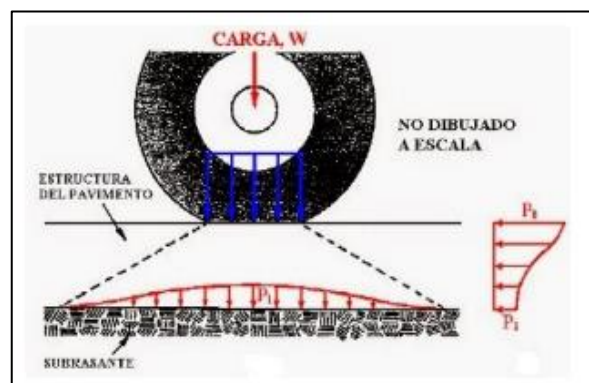
2.2.4. Capacidad de soporte de la sub rasante

2.2.4.1. Pavimento flexible

Nos mencionan que un pavimento flexible es aquel grupo de etapas de grosores espesores finitos por materiales seleccionados las cuales están sobrepuestas y cuajarse sobre el área del suelo. (Aranda Palma, 2020, pág. 30)

Se puede apreciar en la siguiente figura como la estructura acepta las cargas de tráfico de manera directa y los transporta proporcionalmente hacia las capas que se encuentran en el interior.

Figura 9: Transmisión de carga en un pavimento flexible.



Fuente: Asphalt Institute's Thickness Design, 1970.

La carga de tráfico utilizada por el exterior del pavimento se aclara en el interior de la estructura a medida que se divide en una zona

mayor, esto ocasiona que las capas exteriores respondan son excelentes entre los efectos de las sollicitaciones de deformaciones y también las tenciones.

2.2.4.2. Estructura del pavimento flexible

Los pavimentos flexibles están compuestos por un área de rodadura bituminosa, una sub base granular y una base, en la siguiente figura podemos observar una estructura convencional de un pavimento flexible y colocación de las capas que lo constituyen.

Figura 10: Estructura convencional de un pavimento flexible



Fuente: Angie Ortiz, (2017). Instrumento del proceso constructivo de una vía en pavimento flexible

En la parte inferior de la estructura del pavimento se ubica una capa de sub rasante como cama de apoyo de la carpeta asfáltica los cuales dan una base firme conservando el pavimento.

a) Carpeta asfáltica

Es la capa superior de la estructura de un pavimento y más fundamental al encontrarse en contacto directo con el tránsito vehicular, la superficie depende del tipo de pavimento: Carpeta asfáltica, carpeta de concreto hidráulico y adoquines, cada uno de estos materiales actúan de maneras diferente dentro del esqueleto del pavimento.

Está formado por una mezcla de agregados preparados bajo un estricto control de calidad mezclado con una mezcla asfáltica que envuelve los áridos a una temperatura adecuada mejorando sus capacidades (Aranda Palma, 2020, pág. 31).

Esta carpeta tiene como función a originarse o transmitir los valores por el tránsito en medidas módicas.

- Resistencia: esta carpeta debe resistir, transmitir las cargas de tráfico en las que no presentan efectos abrasivos de las llantas vehiculares deterioren la superficie duradera.
- Superficie de Rodamiento: Agrupación de áridos y gigante proporcionado un área más regular lo cual hace que mejore el flujo vehicular en valores de velocidad.
- Impermeabilidad: Impide la infiltración de algún fluido en la superficie de rotura.

El factor económico es la que supone mayor impacto económico, por el material de construcción, el plan de sostenimiento mientras del periodo de vida de la carpeta asfáltica, puesto que es necesario al estar exhibida y presentar relación con el tránsito, es en este lugar en la que existirán las grietas y la parte del pavimento es fundamental darle el adecuado mantenimiento y cuidado.

b) Capa granular o base

Es la capa superior a la sub base tiene como oficio distribuir los esfuerzos ocasionados por la carga móvil, en las capas inferiores. En estas se llegan a obtener bases granulares y bases estabilizadas.

La capa granular está conformada por áridos preparados y densificados los cuales cumplen elevadas condiciones de resistencia estructural y durabilidad, debido a que estos se encargan de resistir la carga del tráfico.

La resistencia estructural de los áridos que conforman parte de una base tiene que cumplir las condiciones estables que se observan en la siguiente tabla la cual depende de las condiciones de tráfico o clase de vía. (Aranda Palma, 2020, pág. 32)

Tabla 7: Valor relativo al soporte para distintas clases de tráfico.

Clases de carreteras o tráfico en ejes equivalentes	Valor relativo de soporte para 0,1" de penetración
Para Carreteras de Segunda Clase, Tercera Clase, Bajo Volumen de tráfico en Ejes Equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para Carreteras de Primera Clase, Carreteras Duales o Multicarril, Autopistas; o, para Carreteras con Tráfico en Ejes Equivalentes 10×10^6	Mínimo 100%

Fuente: Elaboración en referencia al Manual de carreteras, Suelas, Geología Geotecnia y Pavimento

c) Sub-base granular

La sub-base granular está conformado por material procesado que debe cumplir la cantidad establecida en el (MTC, 2014). Los áridos usados en la sub base se caracterizan por tener una resistencia estructural alta la cual se muestra en la siguiente tabla el cual muestra el valor relativo de resistencia mínima que debe contar el terreno candidato llegando a ser usada.

Tabla 8: Valor relativo de CBR mínimo para una sub-base

Especificación para la evaluación de la resistencia estructural	Valor relativo de soporte para 0,1" de penetración
CBR en Sub base Granular	Mínimo 40%

Fuente: Elaboración de Aranda Palma, Andre Josep - en referencia a Manual de carretas, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Está ubicado sobre la sub rasante y bajo la base granular, también de transportar cargas brinda la uniformidad en el terreno, esta base debe de ubicarse sobre una capa uniforme y no ocasionar alteraciones.

Además, presenta como relación transportar esfuerzos utilizados en la capa de rodadura, la resistencia que nos ofrece esta capa esta relaciona a la calidad de los materiales, y el proceso constructivo llevado a cabo.

Mediante esta capa se conectan las tuberías de drenaje, esta capa nivela la ascensión capilar del agua y también del drenaje, llegando a que la capa asfáltica está protegida por efectos de agua los que llegan a causar fisuras en el pavimento a consecuencia de las heladas.

2.2.4.3. Sub rasante

De acuerdo con (Alatríste Cruz, 2018), la sub rasante es la capa de la zona compactada y preparado de una carretera que apoya la estructura del pavimento, la cual se crece hasta una profundidad que no provoque desniveles y daños en la carpeta asfáltica, la relación de la sub rasante es dar una ayuda razonablemente homogénea la cual llega a encontrarse en corte o relleno según sea el caso. El grosor del pavimento depende en gran parte de la calidad que presenta la sub rasante, por lo que esta debe tener en cuenta los requisitos de incompresibilidad, resistencia e inmunidad a la expansión y contracción al contacto con agentes de agua.

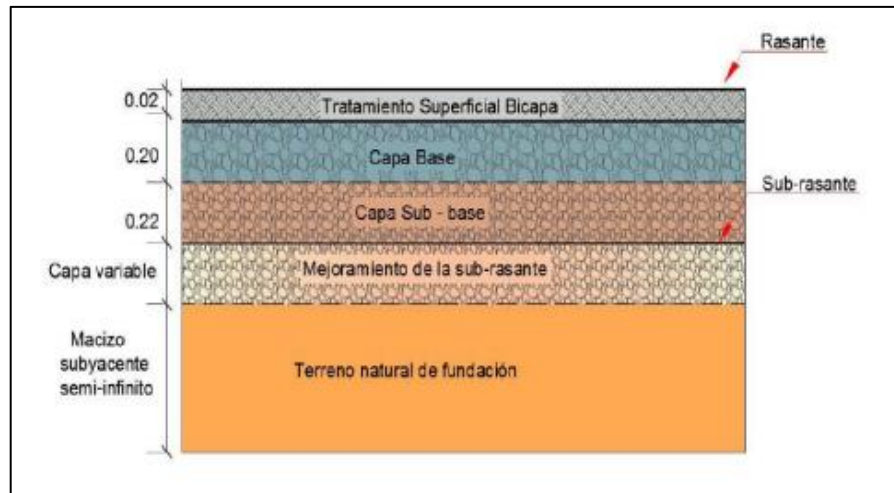
También puede ser considerada como la cimentación del pavimento la cual cumple la función de soportar la carga que transporta el pavimento y darle entendimiento, de tal manera prevenir que el terraplén no contamine el pavimento y sea absorbido por las terracerías.

Tabla 9: Rangos de la sub rasante.

Rangos de la subrasante	CBR
So: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Figura 11: Sección transversal – pavimento flexible



Fuente: “Estabilización de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de subrasante”-Martínez Chávez, Esther- “Universidad Peruana los Andes”- 2019.

El diseño final se hará de acuerdo a la carga de diseño por ejes semejantes dados por el tránsito conocido, esta carga debe de ser controlada cuando llegue a la sub rasante, llegando a que el trabajo de las capas superiores el de distribuir estas cargas.

Las propiedades físico- mecánicas se aplicarán al momento de la selecta elección de materiales, control de calidad y parámetros. Para tener en cuenta un buen control de calidad, está relacionada con la resiliencia, módulo de Poisson, capacidad de soporte CBR y el módulo de reacción de la sub rasante.

La sub rasante debe de cumplir con soportar el número de límites de vehículos y quipos durante la etapa de construcción, proporcionar en cimentación durante el procedimiento de compactación de las capas de rodadura y dar un adecuado soporte vehicular a las que será sometido durante su vida útil.

a) Estabilización de suelos de Sub rasante

El ministerio de vivienda y urbanismo (2018), menciona que las técnicas que los métodos de estabilización nos deben permitir la mejora en forma total o parcial las características del suelo por un conjunto de técnicas que se implementara en la realización de la vía.

Pero en estas técnicas se podrían observarse afectados por la gran diversidad de suelos y compuestos diferentes por lo que se aplicarían diferentes métodos para este proceso (pág. 27).

- Aumento de la durabilidad
- Aumento de la permeabilidad del suelo
- Reducción de polvo
- Mejoramiento de resistencia de suelo

2.2.5. Propiedades físicas y dinámicas de la Sub rasante

Sánchez (2016) refiere que las respuestas que presentan los suelos de sub rasante es uno de los factores más importantes para el diseño del pavimento, la respuesta que pueda presentar la sub rasante ante las cargas de tránsito dependerá del tipo de suelos en el que nos encontremos, la densidad que presente, la humedad durante la construcción y el momento de uso.

Para realizar una caracterización de los suelos de la sub rasante se seguirán las siguientes etapas:

- Exploración de la sub rasante
- Definición del perfil y delimitación de áreas uniformes
- Ejecutar ensayos de resistencia sobre el tipo de suelo predominante
- Determinar la resistencia y la respuesta que brinda a las cargas

La exploración que se debe de realizar a la sub rasante se realiza a lo largo del alineamiento vial aprobado, con el fin de identificar condiciones de las diferentes muestras de suelos que se pueden encontrar. Estos estudios se realizan mediante calicatas o perforaciones a ciertas distancias, según la variación que se presente en el terreno, el objetivo del proyecto y los recursos técnicos y económicos que estén disponibles.

El ministerio de transporte y comunicaciones (2014), menciona que el objetivo es analizar las propiedades físico – mecánicas de la superficie terrestre que ha sido usado en la sub rasante llegan a realizarse por medio de las investigaciones a través de la elaboración de pozos con exploración de una profundidad mínima de 1.5 m.

Con estos estudios se dará la posibilidad de identificar las diversas propiedades que presenta el suelo.

a) Granulometría

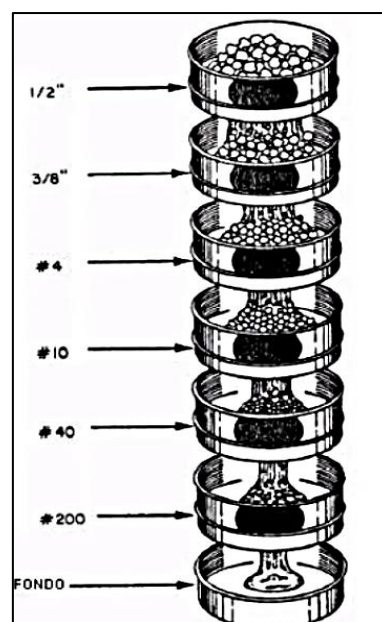
La granulometría es una representación de los tamaños que llegan a poseer las muestras de suelos identificados mediante un proceso de tamizado de acuerdo a los parámetros técnicos de la MTC E107. Con este método como base se puede evaluar con máxima o mínima aproximación, otras características análogas que se quisieran evaluar.

Esta metodología tiene como objeto determinar la proporción de sus elementos constituyentes, los cuales se presentan en una clasificación de tamaño. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2005)

Los ensayos de granulometría tienen el fin de realizar la caracterización del suelo para lo que se toman porciones de muestras extraídas de los lugares de trabajo la cual nos permitirá el agrupamiento de muestras por su tamaño. Esto se logra a partir de mallas con aberturas conocidas. (Sánchez Sabogal, 2016)

Las muestras tomadas para llevar a cabo este estudio deberán ser de acuerdo al desarrollo del perfil a lo largo del elemento estudiado, así como las diferentes capas que se presenten.

Figura 12: Determinación de la granulometría



Fuente: (Sánchez Sabogal, 2016)

La muestra de suelo se pasará por estos elementos en forma desde el suceso de tamiz que presenta una grieta más extensa hasta otro tamiz de mínima dimensión, de forma que la masa de la superficie terrestre que llegue a estar en retención en cada tamiz sea de un grano de extenso en tamaño que la masa retención en los siguientes tamices.

Cada una de estas masas retenidas por cada tamiz será pesada para el cálculo de la curva granulométrica que presenta y luego realizar su clasificación.

b) Clasificación de suelos

De acuerdo al perfil obtenido de cada una de las calicatas o perforaciones se presentan en distintas muestras las cuales tendrán una variedad de propiedades para lo que es necesario clarificar estos suelos, haciendo mención si estos mismos serán capaces de trabajar correctamente con las cargas que le serán expuestas o serán necesarias una estabilización para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas mediante la aplicación de estabilizadores quicos, con el uso de cal o cemento, etc. (pág. 12)

La clasificación es un proceso que encuadra los suelos a parte de los resultados de granulometría que nos den los ensayos, así como los límites de consistencia que presente, para este estudio se usan los métodos AASHTO.

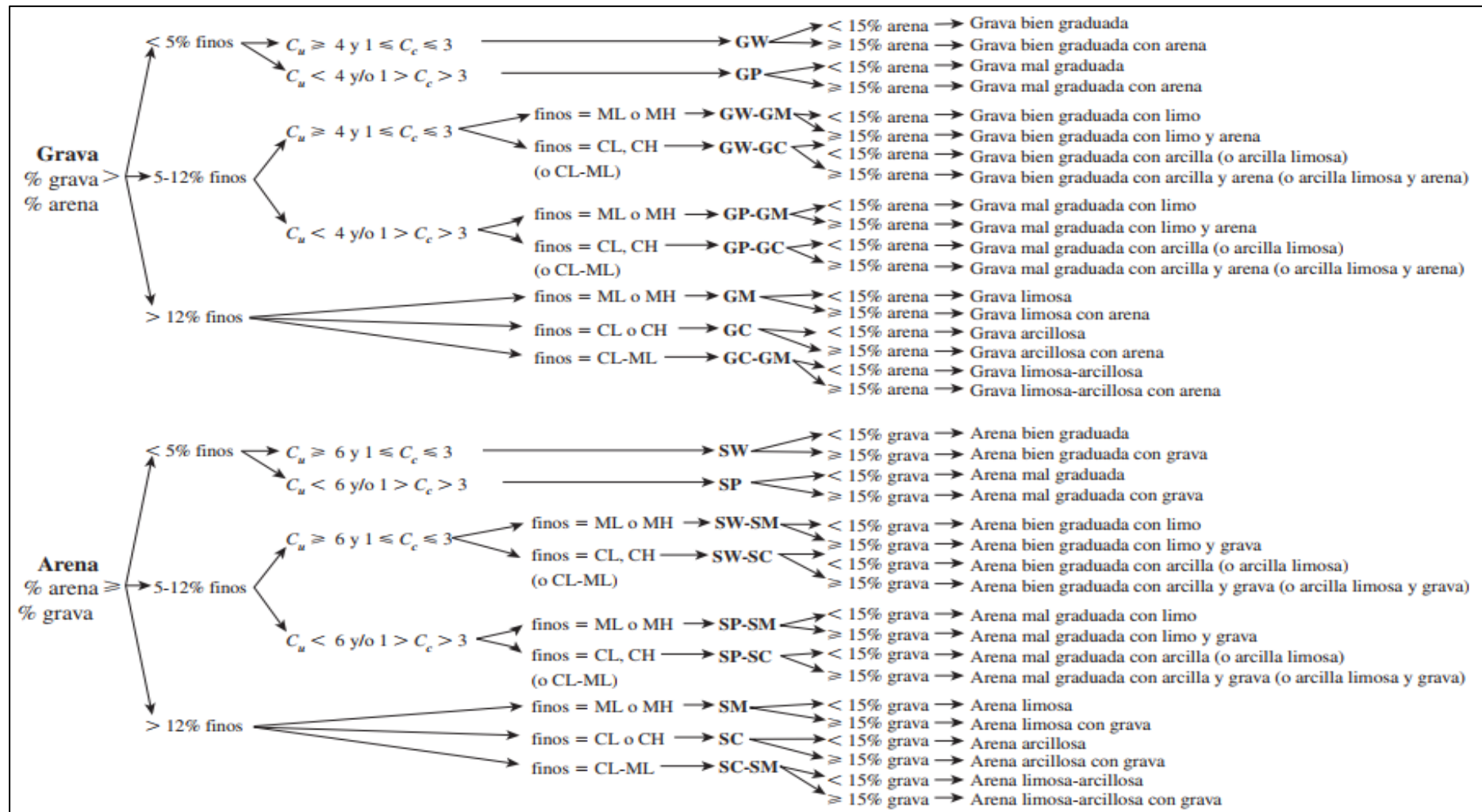
De acuerdo al tamaño de partículas que presentan se definirán a continuación algunos de los términos:

Tabla 10: Clases de suelo de acuerdo tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de partículas
Grava		75 mm- 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm-2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

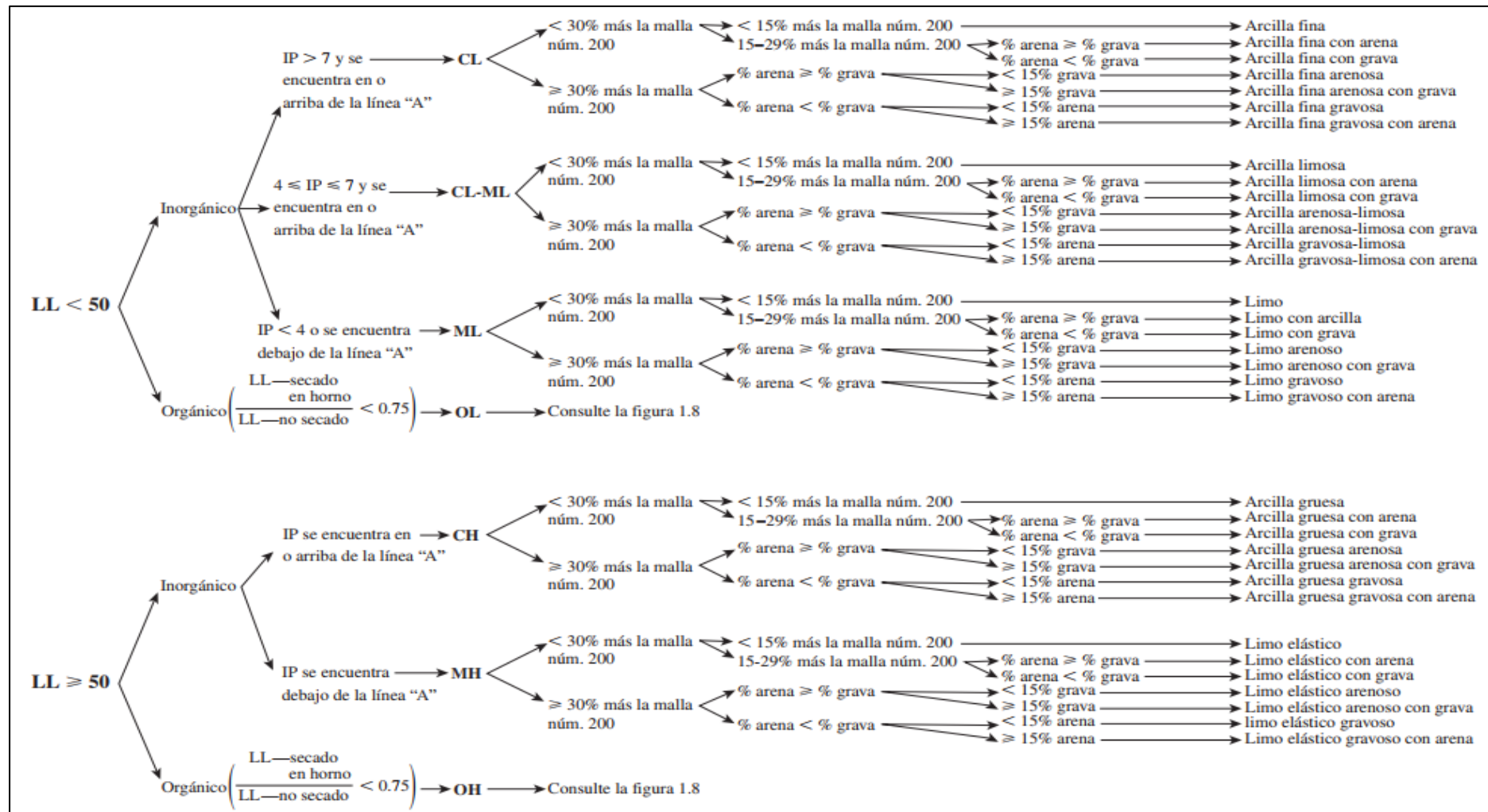
Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Figura 13: Clasificación de suelos SUCS (grava y arena)



Fuente: (Enrique Montalar en Geotecnia, 2019)

Figura 14: Clasificación de suelos SUCS - LL



Fuente: (Enrique Montalar en Geotecnia, 2019)

En algunas muestras de la superficie terrestre el cuadro nos permitirá pronosticar el comportamiento en la que se aproxima a los suelos, que aportará a analizar los ambientes homogéneos desde su lectura. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Tabla 11: Correlación de tipo de suelos AASHTO-SUCS

Clasificación de suelos AASHTO M -145	Clasificación de suelos SUCS ASTM – D - 2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, OH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

c) Índice de Plasticidad (IP)

Se caracteriza por ser la propiedad en la que detallan los suelos con ciertos límites de humedad sin presentar disgregación, es por ello que la plasticidad de un suelo no necesita de los componentes gruesos que llega a contener únicamente de los elementos finos que llega a contener. La evaluación de granulometría no considera observar esta propiedad en la que se realiza el ensayo de los Límites de Atterberg.

Este ensayo establece que el comportamiento del suelo que tiene correlación con el CH (agua), definiendo los límites de acuerdo a los estados que detalla el suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: limite plástico LP (MTC E111), limite líquido LL (MTC E110). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Tabla 12: Clases de suelos de acuerdo el Índice de plasticidad

IP	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico	Suelos exentos de arcilla

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

El límite Líquido será medido cuando la muestra del estado semi líquido a un estado plástico y pueda ser moldeado.

El límite plástico será medido para de un estado plástico a un estado semilíquido y tiende a quebrarse.

Con el resultado de estos ensayos se podrá obtener el Índice de plasticidad (IP) MTC E111 que es definida como la resta entre el LL y el LP.

Ecuación 1: Índice de plasticidad (IP)

$$IP = LL - LP$$

Donde:

LL = Limite Líquido

LP = Limite Plástico

El IP indicado en el rango de humedades en el cual la superficie terrestre muestra consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP elevado mayormente corresponderá a un suelo arcilloso.

d) Limite Líquido ASTM-D4318 /AASHTO-T89

Díaz Rodríguez & Llantén Marín (2017), sostiene que el ensayo del límite líquido será determinada a través de una muestra de suelos con 50 % Caolín y 50 % diatomea la cual será selecta a través de un ensayo granulométrico la cual al ser mezclada con una proporción de agua será acumulado en la cazuela de Casagrande y después en dos partes con la ayuda de un rasurador de bronce.

Prosiguiendo con el ensayo se darán 25 repeticiones a la cazuela soltándola desde una altura 10 mm de afín de que las dos partes lleguen a agruparse a una magnitud de 13 mm aproximadamente, según la MTC 4630, se realizaran varios ensayos para realizar su curva grafica estos resultados son serán promediados mediante esta gráfica (pág. 27).

Figura 15: Aparato para límite de líquidos o copa Casagrande con ranurador ASTM-D4318 /AASHTO –T89



Fuente: F&K Web Development

e) Limite Plástico

Se caracteriza por ser la propiedad medida en laboratorio mediante un procedimiento que consiste en medir el contenido de humedad más baja con la que se pueden formar o moldear cilindros con una masa de suelo húmeda de un diámetro aproximado de 3 mm. Al llegar a este punto el cilindro tenderá a desmoronarse y se volverá a realizar nuevamente este procedimiento hasta llegar 3 mm, este procedimiento se realiza consecutivamente hasta ya no poder llegar obtener este mismo resultado. (Ruiz Perales, 2020)

Figura 16: Moldeado de cilindros con alambre de referencia de 1/8"



Fuente: (Ruiz Perales, 2020)

Luego de esto se pesarán las muestras húmedas en una tara para luego ser llevadas a la estufa, de la cual se extraerán en consecuencia muestras seca que serán pesadas, para el cálculo de humedad y el límite plástico que presenta.

Figura 17: *Pesado de cilindros resultantes antes del secado*



Fuente: (Ruiz Perales, 2020)

f) Resistencia del suelo o valor de soporte

Esta propiedad es calculada mediante un ensayo de compactación de suelos (Proctor Modificado) mediante un proceso de compactación en laboratorio con energía modificada relativa a 56 000 pie-lb/pie³, con la que inicialmente se determina la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco del suelo dando como resultado una curva de compactación.

El (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) alude que este ensayo se realizará en los caminos contemplados en la norma desde el cual se analizará la programación de muestreo y pruebas para luego tener en cuenta el CBR el que presentará el 95 % de la Máxima densidad Seca, al ser aplicada una penetración de carga de 2.54 mm.

Este ensayo es aplicado solo en suelos que presentan el 30 % o menos de peso retenido en el tamiz de $\frac{3}{4}$ pulg. El (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) menciona que para obtener el CBR de diseño de la sub rasante, se tendrán las algunas consideraciones:

1. En algunas zonas en los cuales haya resultado 6 o más valores de CBR, al realizar el ensayo a los suelos representativos se analizará el valor del CBR se diseñó teniendo en cuenta un promedio del total de los resultados.

2. En los sectores en los que haya presencia de menos de 6 valores de CBR, obtenidos en los ensayos, se determinaran los valores de CBR de diseño según los siguientes términos:

- Si los resultados son muy similares y nos mucha varianza en estos, se tomará un valor promedio.
- Si por lo contrario los valores resultantes no son similares y varían entre extremos, tomaremos el valor más crítico.

Este ensayo será realizado con una porción de muestra según el método usado la cual será humedecida que presenta agua y con la ayuda de una espátula metálica se mezclara uniformemente, luego será llenada al molde previamente pesado para tener conocimiento previo de su masa, se apisonara esta muestra en 5 capas y con un total de golpes que variaran entre 25 o 56 según sea el método usado para que al llegan a la última capa esta será enrasada a nivel del molde sin el anillo superior, todo esto con ayuda de una regla metálica.

Luego de esto se pasará a pesar y luego se sacará una muestra de la parte central de la muestra compactada la cual será pesada antes de ser llevada a la estufa y luego de salir con el objetivo de calcular el contenido de humedad.

Figura 18: *Materiales usados en el ensayo de Proctor Estándar (base, molde, collar y pisón)*



Fuente: (Aldana, 2021)

g) Resistencia al desgaste

Esta propiedad es calculada mediante el ensayo de abrasión. Los ángeles, la cual consiste en colocar una cantidad específica de agregado dentro de un tambor cilíndrico de acero montado de forma horizontal junto a una cantidad específica de esferas de metal. (Sapíllado Apaza, 2017)

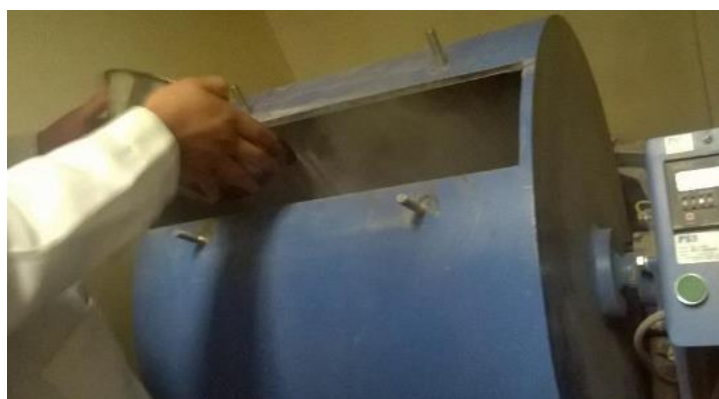
El choque provocado entre las esferas y el agregado dan por resultado la abrasión y estos causantes se miden por la diferencia entre la masa inicial de la muestra seca y la masa desprendida por el desgaste provocado.

Figura 19: Tamizado de muestra para la obtención de agregado de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ "



Fuente: (Sapíllado Apaza, 2017)

Figura 20: Máquina de los Ángeles



Fuente: (Sapíllado Apaza, 2017)

Luego de tener el resultado de los pesos se realizarán los cálculos pertinentes por lo que se presenta las siguientes fórmulas:

Ecuación 2: Cálculo de % de desgaste

$$PD = \frac{(P_a - P_b)}{P_a}$$

Donde:

Pa: Masa de la muestra seca antes del ensayo (grs)

Pb: Masa de la muestra seca después del ensayo (grs)

2.3. Definiciones de términos

- a. Agregado Grueso:** El árido grueso (MTC E207) es la división del árido que queda en retención en el tamiz #8. (Herrmann do Nascimento, 2018, pág. 25)
- b. Capacidad de carga:** La capacidad de carga es la presión última o de falla por el corte de la superficie terrestre la cual es determinada con el uso de las fórmulas del RNE E.0.50. (Reglamento nacional de Edificaciones, 2018, pág. 5)
- c. Capacidad de soporte:** La granulometría detalla como objeto, que las partículas del árido estén en el interior de una adecuada distancia de dimensiones y que cada dimensión de partículas exista en la mezcla de pavimentación en algunos porcentajes. (Valdivia Sánchez, 2017, pág. 89)
- d. Densidad:** Se entiende por densidad al peso unitario (el peso de un volumen específico de la mezcla). (Valdivia Sánchez, 2017, pág. 202).
- e. Estabilidad:** Resultado de un proceso de mejora de las condiciones físicas y mecánicas de un suelo por procesos físicos y químicos. (Reglamento nacional de Edificaciones, 2018, pág. 6)
- f. Fibra:** Filamento que entra en la composición de tejidos orgánicos y vegetales que presentan en su textura algunos minerales. (Pérez, Wencomo, & Reyes, 2013)
- g. Ramio:** Planta originaria sub tropical que tiene tallos herbáceos que pueden llegar hasta 3m del cual se obtiene una fibra textil más resistente que el lino. (Pérez, Wencomo, & Reyes, 2013)

- h. Sub rasante:** Es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento formado por una capa granular la cual debe contar con un CBR >6 para un buen desempeño. (Chavez, 2018, pág. 1)
- i. Suelo colápsale:** Es un suelo que al ser humedecido sufre una expansión y pone en riesgo la estructura cimentada en ella. (Reglamento nacional de Edificaciones, 2018, pág. 7)
- j. Suelo orgánico:** Es aquella superficie terrestre de color oscuro el cual tiene una alteración mayor al 25% entre los límites líquidos de una muestra secada al aire en comparación a una muestra seda al horno, no recomendable en uso de sub rasante. (Reglamento nacional de Edificaciones, 2018, pág. 7)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La implementación de la fibra de Ramio influye considerablemente para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

2.4.2. Hipótesis específica

- a) La incorporación de la fibra de Ramio altera de manera satisfactoria la máxima densidad seca para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.
- b) La incorporación de la fibra de Ramio mejora considerablemente el óptimo contenido de humedad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.
- c) La adición de la fibra de Ramio afecta considerablemente el valor de CBR para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Fibra de ramio

Según (Carrera Gallissà, 2017) es una fibra natural vegetal que procede del líber del tallo de la *Boehmeria nivea* y *Boehmeria tenacissima*.

b) Variable dependiente (Y)

Capacidad de soporte de la sub rasante

El CBR del suelo es el grado de soporte que presenta el suelo ante una fuerza o impacto, en la mayoría es aplicado en el diseño de carreteras. (Ramos Pereira, 2019)

2.5.2. Definición operacional de variables

Conjunto de procedimientos que describen las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico de mayor o menor grado.

Trata de señalar claramente cómo se van a manipular o medir las variables.

a) Variable independiente (X)

Fibra de ramio

La variable VI 1: Ramio se operacionaliza mediante tres dimensiones que representan las características D1: Dosificación, D2: Gradación, D3: Costo. A su vez cada una de estas dimensiones posee un indicador.

b) Variable Dependiente (Y)

Capacidad de soporte de la sub rasante

La variable VD 1: Capacidad de soporte de la sub rasante se operacionaliza mediante tres dimensiones que presentan las propiedades D1: Propiedades físicas, D2: Propiedades mecánicas. A su vez estas poseen un indicador.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 13: Operacionalización de variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Fibra de Ramio	Según (Carrera Gallissà, 2017) es una fibra natural vegetal que procede del líber del tallo de la Boehmeria nivea y Boehmeria tenacissima.	La variable VI 1: Ramio se operacionaliza mediante tres dimensiones que representan las características D1: Dosificación, D2: Gradación, D3: Costo. A su vez cada una de estas dimensiones se subdivide en indicadores.	Dosificación	Porcentaje óptimo	Diseño de mezcla		X			
			Gradación	Granulometría	Análisis granulométrico por tamizado		X			
			Costo	Precio unitario	Software		X			
2: Variable Dependiente Capacidad de soporte de la subrasante	El CBR del suelo es el grado de soporte que presenta el suelo ante una fuerza o impacto, en la mayoría es aplicado en el diseño de carreteras. (Ramos Pereira, 2019)	La variable VD 2: Capacidad de soporte de la subrasante se operacionaliza mediante una dimensión que representa la propiedad D1: Propiedades Físicas, D2: Propiedades Mecánicas. A su vez cada una de estas dimensiones se subdivide en indicadores.	Máxima densidad seca	Densidad seca y densidad humedad	Proctor modificado		X			
			Óptimo contenido de humedad	Contenido de humedad	Proctor modificado		X			
			Valor de CBR	Densidad al 95 %	CBR (California Bearing Ratio)		X			

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Según (Ccanto Mallma, 2010). “La cual rechaza o elimina aquel procedimiento que trate de manipular la realidad en forma caprichosa”. El método de investigación para la presente tesis es el método científico.

La presente tesis, se iniciará la investigación con la observación directa de los procesos, y el análisis de la adición de la fibra de ramio en un diseño de pavimento flexible para mejorar la capacidad portante de la subrasante.

Según estas consideraciones en la presente investigación se aplicó el **método científico**.

3.2. Tipo de investigación

Según (Rodriguez, 2020), la investigación aplicada es el tipo de investigación en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas.

En la actual tesis, previamente debe realizar una investigación básica para conocer la fibra de ramio y posteriormente se realizará la investigación aplicada para desarrollar y aprobar su uso.

Según estas consideraciones, la presente investigación es de **tipo aplicado**.

3.3. Nivel de la investigación

Según Hernández (2003), Una investigación de nivel explicativo se centra en definir por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o bien por qué se relacionan dos o más variables, se encarga de buscar el porque del problema a través de la relación causa – efecto, las observaciones de los resultados en las variables dependientes se ejecuta mediante la administración de una prueba de entrada y otra prueba de salida es decir pre y post test.

Bajo este análisis la investigación corresponde al **nivel explicativo**.

3.4. Diseño de la investigación

El nivel de investigación a utilizar será experimental, describe de qué modo o por que causa se produce una situación o acontecimiento en particular, se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según Carrasco Díaz (2016), la población “Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación”.

La población será el suelo en estado natural en el distrito y provincia de Huancayo, situados en la región de Junín.

3.5.2. Muestra

De acuerdo con Carrasco Díaz (2016), menciona que la muestra “es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población”.

Está conformado por 1 m³ de suelo con adición de fibra de Ramio para ser estudiados en el laboratorio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Nos permite obtener y organizar la investigación sobre un hecho o fenómeno que presenta relación con el problema que motiva a la investigación.

a) Observación

Se define como aquella técnica más usada para lograr detallar, definir y comparar. Es aquella técnica que presenta la ventaja de obtener dificultad en la obtención de datos lo más próximos a como estos ocasionan en la realidad; sin embargo, esto presenta la desventaja de que los datos obtenidos se presentan solo a un aspecto del detallado.

b) Análisis de documentos

Son aquellos documentos que se usaron, son aquellos desde un inicio de la investigación para así lograr dar una justificación a la misma, en relación al manejo de conceptos que existen.

3.6.2. Instrumentos

De acuerdo con (Hernández Sampieri, 2018) un instrumento es aquel componente de medida correcto que se encarga de obtener datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente.

Además para la recolección de la información se presenta el análisis, donde se considera resúmenes con el fin de estructurar el marco teórico y conceptualizar la investigación.

También se considera la recolección de datos que es para la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible por el cual se realizarán ensayos correspondientes

3.7. Procesamiento de la información

En esta técnica fundamentalmente es para obtener valores en relacionar comportamiento de un fenómeno en un periodo presente y nos permite recoger información sobre los antecedentes del comportamiento detallado.

3.7.1. Análisis granulométrico de suelo por tamizado MTC E 107

Determina cuantitativamente la división granular de una muestra de superficie terrestre. Esta técnica para evaluar el porcentaje de suelos que pasan por los diferentes tamices regidos por la norma ASTM D 422.

- Preparar una muestra para el ensayo como se describe en la preparación del MTC 106.

Para la porción de muestras que se retienen en el tamiz N° 4 el peso dependerá de la dimensión máxima de las partículas.

Tabla 14: *Tamaño máximo de partículas y peso mínimo*

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (plg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9.5 (3/8")	500
19.6 (3/4")	1000
25.7 (1")	2000
37.5 (1 ½ ")	3000
50.0 (2")	4000
75.0 (3")	5000

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

- Se realiza el tamizado de la muestra por los tamices con fondo y tapa.
- Al terminar el tamizado se pesa la muestra retenida de las respectivas mallas.
- Finalmente se harán los cálculos para realizar la curva granulométrica e identificar con qué tipo de suelo se está trabajando.

3.7.2. Ensayo de peso específico ASTM D-854, AASHTO T-100

Este método nos permite conocer el peso específico del suelo y del filler que se pueda encontrar por medio de un picnómetro.

- Mezclar la muestra de suelo en estudio con agua destilada o desmineralizada con una espátula con el fin de obtener una masa pastosa.
- Colocar dicha muestra en un picnómetro y llenar con agua destilada hasta un aproximado la mitad del frasco en la que se muestra hasta marca de calibración.

Figura 21: Aparatos usados en la prueba de peso específico del suelo



Fuente: (Laboratorio de Mecánica de suelos, 2006)

- Alterar el aire atrapado, conectando el picnómetro a la línea de espacio hasta obtener del frasco no frasco no mayor de 100 mm.
- Realizar el cálculo con los datos obtenido de los pesos directos
- $W_1 = \text{Peso del picnómetro} + \text{agua} + \text{sólidos a temperatura del ensayo (gr)}$

Ecuación 3: *Peso del suelo seco*

$$W_0 = \text{peso de la tara} + \text{suelo seco en (gr)}$$

Ecuación 4: *Peso específico de los sólidos*

$$G_s = \frac{W_0 \cdot K}{W_0 + W_2 - W_1}$$

Donde:

K = Factor de corrección en relación en el peso específico del agua a 20°C

W_2 = Peso del picnómetro más agua a la T° del ensayo (gr)

W_0 = Peso del suelo seco (gr)

W_1 = Peso del picnómetro + agua + suelo (gr)

3.7.3. Determinación del índice de plasticidad (IP) MTC E111

3.7.3.1. Límite líquido (LL) MTC E110

- Humedecer una muestra de suelo representativa de un aproximado de 150 gr a 200 gr de material que pasa por el tamiz N°40 tamizado luego de realizado el cuarteo.

- Ubicar esta muestra en la copa de Casagrande y con ayuda de un acanalador dividir la muestra a la mitad.
- Levantar y soltar la copa volteando el manubrio a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de la superficie estén en relación a la base de la ranura. La cantidad de golpes será de 25 a 35 golpes para la primera muestra, 20 y 30 golpes para la segunda muestra y un ensayo de cierre de 15.25 golpes.
- Calcular el límite líquido para cada espécimen para el CH aplicando la siguiente ecuación.

Ecuación 5: Limite Líquido (L.L)

$$LL = W^N \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:

N: Numero de golpes necesarios para cerrar la ranura para el CH

W =CH del suelo

3.7.3.2. Limite Plástico (L.P) MTC E 111

- Se tomará un aproximado de 20 g de la muestra que pase por el tamiz N° 40 se amasa con agua destilada hasta poder realizar una esfera.
- Luego se moldeará a la muestra en forma de elipsoide y a continuación se voltea con los dedos de la mano sobre la zona lisa de vidrio esmerilado.
- Si no se llega a desmoronar en el proceso para llegar a un diámetro de 1/8" se llega a realizar un elipsoide y a repetir el proceso, las veces que sea requerido. Este desmoronamiento se puede manifestar de distintas formas, en los suelos de alta plasticidad el cilindro queda dividido en trozos con una medida aproximada de 6 mm de magnitud mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.
- Esta muestra será secada en el horno siendo pesado antes y después de este procedimiento.

Ecuación 6: Limite plástico (L.P)

$$\text{Limite Plastico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso se suelo secado en horno}} \times 100$$

3.7.3.3. Índice de plasticidad MTC E111

El IP se establece como resultado del valor de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Ecuación 7: Índice de plasticidad

$$I.P = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L= Limite Plástico

L.P= Limite Plástico

3.7.4. Abrasión los Ángeles (L.A.) al desgaste de agregados MTC E207

Este método es una mediada de degradación de agregados minerales las cuales consideran a la abrasión o desgaste, impacto o trituración en un tambor de acero en rotación en la que presenta un número de esferas de aceros específicas en la que dependen de la gradación de la muestra. Luego de un N° de revelaciones nombrado por el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir el % de abrasión.

- Colocar la muestra en la máquina de los ángeles junto a las esferas de metal y voltearla a una velocidad de 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones.
- Luego descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra, sobre el tamiz N°12.
- Tamizar la muestra más fina pase la malla 1.70 mm conforme con el método mencionado en el MTC E 204.
- Lavar el material más grueso y secar en el horno a 110 +/- 5°C y pesar la muestra.
- Si el material libre de revestimiento y polvo se puede evitar el lavado.

3.7.5. Ensayo de compactación de suelo utilizando energía modificada – Proctor Modificado MTC E115

Este tipo de prueba comprende a la compactación de suelo usado en laboratorio para la determinación del contenido de agua y Peso unitario Seco del suelo (curva de compactación) compactado en un molde con ayuda de un pisón de 44.5 N que cae de un aproximado de 18" de altura.

Para este ensayo se cuentan con 3 métodos los cuales serán usados según el suelo con el que nos encontremos.

- **Método A**

Se caracteriza por ser el método usado cuando el 20 % o menos del peso del material es retenido en el tamiz N°4, se usará un molde de 4 pulg, se emplea la muestra pasante del tamiz N° 4, en 5 capas con 25 golpes cada uno.

- **Método B**

Este método es usado cuando más del 20 % del peso del material es retenido en el tamiz de N°4 y el 20 % o menos del peso del material se retiene en el tamiz 3/8 pulg, por lo que se usará un molde de 101.6 mm de 4 Pulg, se emplea la muestra pasante del tamiz 4.75 mm (N° 4), en 5 capas con 25 golpes cada uno.

- **Método C**

Este método es usado cuando más del 20 % en peso del material se retiene en el tamiz 3/8 pulg, y menos del 30 % en peso retenido en el tamiz de 3/4 de pulg, se usará un molde de 101.6 mm de diámetro (6 pulg), se emplea la muestra pasante del tamiz 4.75 mm (N° 4) en 5 capas con 56 golpes cada uno.

- Seleccionar el molde a usar según el método, determinar la masa de todos sus componentes
- Humedecer cuatro muestras retenidas según el método a usar con agua estas con una diferencia de 2 % en contenido de agua diferentes a la muestra anterior utilizado un aproximado de 2.3 kg (5 lbm) para cada espécimen

- Realizar la compactación de la muestra en el molde en 5 capas y con la cantidad de golpes indicada en el método
- Al terminar la última capa se enrasa con la regla metálica y pesar el material sin la base del molde
- Retirar la muestra cuidadosamente para calcular el contenido de agua sacando una muestra de la parte central la cual se colocará en una vasija que será la cual será que serán pesadas antes y después del secado

3.8. Técnica y análisis de datos

Las técnicas y análisis de datos en una instancia base consisten en un análisis univariado es decir el cálculo de desviación estándar, rango y promedio en cada hipótesis (máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y valor de soporte CBR) en conformidad a la secuencia establecido por la estadística descriptiva; asimismo consistió posteriormente en análisis bivariado en que se llegó a emplear tablas cruzadas en un análisis de contenido de la adición de fibra de ramio con la que se busca mejorar esta capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

En la investigación se trabajó con cuatro grupos en los que se describe los siguientes datos:

- Muestra fr espécimen natural.
- Espécimen + 0.3% fibra de ramio.
- Espécimen + 0.6% fibra de ramio.
- Espécimen + 0.9% fibra de ramio.

Para la ejecución de la prueba de hipótesis se utilizó el programa de SPSS en su versión 22. La prueba de hipótesis, se escoge según la distribución de los datos, la cual se conoce a partir del estadístico de Shapiro Wilk que pone a prueba la normalidad de los grupos de datos (puesto que la cantidad de estos son menos a 30), como se observa en la siguiente tabla los datos son no paramétricos puesto que presentan valores mayores a 0.050 (confiabilidad de 95%) en las propiedades de máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y valor de CBR.

Tabla 15: Normalidad de los grupos de datos de la máxima densidad seca

Suelo subrasante		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Máxima densidad seca	Espécimen natural	0.893	3.0	0.36
	Espécimen + 0.3% fibra de ramio	0.750	3.0	0.00
	Espécimen + 0.6% fibra de ramio	0.907	3.0	0.41
	Espécimen + 0.9% fibra de ramio	0.932	3.0	0.50

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, según el análisis realizado se obtuvo un valor de significancia de 0.00 menor al 5% de significancia planteado inicialmente por lo que se aplicó el estadístico no paramétrico para muestras independientes, logrando así contrastar las hipótesis, por medio del estadístico de Kruskal-Wallis.

Tabla 16: Normalidad de los grupos de datos del óptimo contenido de humedad

Suelo subrasante		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Óptimo contenido de humedad	Espécimen natural	0.995	3.0	0.86
	Espécimen + 0.3% fibra de ramio	0.760	3.0	0.04
	Espécimen + 0.6% fibra de ramio	0.883	3.0	0.33
	Espécimen + 0.9% fibra de ramio	1.000	3.0	0.99

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a este cuadro, se obtuvo un valor de significancia de 0.04 menor al 5% de significancia planteado inicialmente por lo que se aplicó el estadístico no paramétrico para muestras independientes, logrando así contrastar las hipótesis, por medio del estadístico de Kruskal-Wallis.

Tabla 17: Normalidad de los grupos de datos del valor de CBR

Suelo subrasante		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Valor de CBR	Espécimen natural	0.977	3.0	0.71
	Espécimen + 0.3% fibra de ramio	0.993	3.0	0.04
	Espécimen + 0.6% fibra de ramio	0.971	3.0	0.67
	Espécimen + 0.9% fibra de ramio	0.974	3.0	0.69

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a este cuadro, se obtuvo un valor de significancia de 0.04 menor al 5% de significancia planteado inicialmente por lo que se aplicó el estadístico no paramétrico para muestras independientes, logrando así contrastar las hipótesis, por medio del estadístico de Kruskal-Wallis.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos a los ensayos ejecutados y al análisis realizado para comprender el comportamiento de la capacidad de soporte del suelo al emplearse la fibra de ramio como agente estabilizante.

4.1. Caracterización de suelo en estado natural

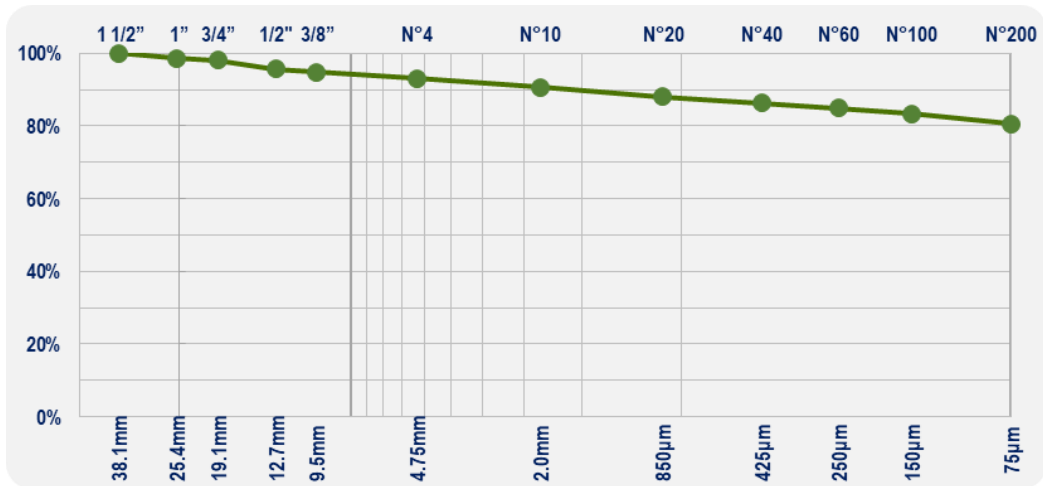
La muestra en estudio corresponde a CL Arcilla ligera con arena según SUCS y A-6(0) según AASHTO, el cual se compone en su mayoría por partículas finas que no garantizan capacidad de soporte admisible como subrasante. Puesto que el análisis granulométrico presentado en la tabla 15, la granulometría indica un 80.59% de partículas finas. Lo que se representa de forma gráfica en la figura:

Tabla 18: Análisis granulométrico, suelo en estado natural.

Tamiz	Abertura	Pasante Acumulado
1 1/2"	38.1mm	100.00%
1"	25.4mm	98.68%
3/4"	19.1mm	98.15%
1/2"	12.7mm	95.60%
3/8"	9.5mm	94.76%
N°4	4.75mm	93.00%
N°10	2.0mm	90.57%
N°20	850µm	88.13%
N°40	425µm	86.40%
N°60	250µm	85.00%
N°100	150µm	83.42%
N°200	75µm	80.59%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22: Curva granulométrica, suelo en estado natural.



Fuente: Elaboración propia.

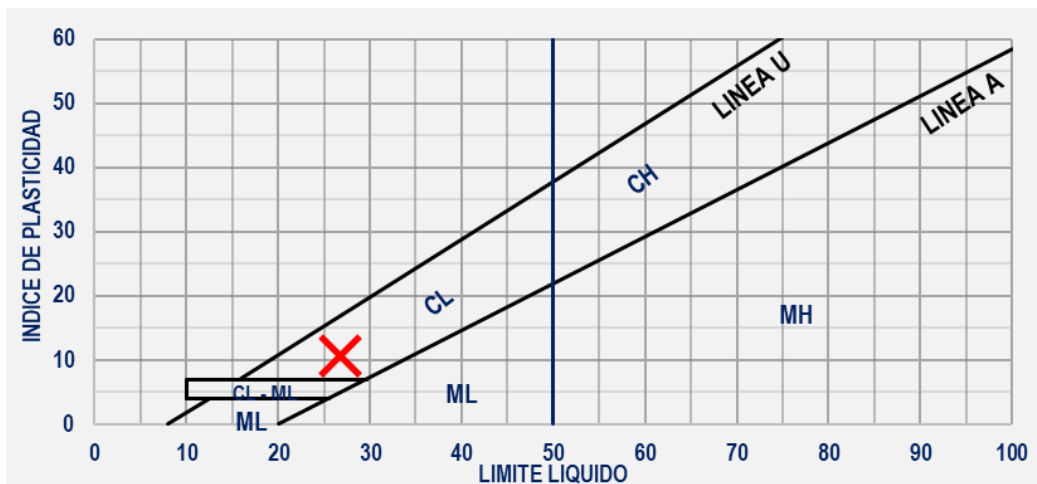
Asimismo, puesto que el IP del suelo corresponde a un CL según la carta de plasticidad, según los valores presentados en la tabla 16 y la figura 23.

Tabla 19: Índice de plasticidad, suelo en estado natural.

NTP 339.129	Valor
Límite líquido	26.71 %
Límite plástico	16.10 %
Índice de plasticidad	10.61 %

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Carta de plasticidad, suelo en estado natural.



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Plasticidad de la subrasante

En el mismo sentido, se analizó el comportamiento de la plasticidad del suelo al emplearse la fibra de ramio, observándose que la plasticidad tiende a incrementarse. Puesto que todos los valores obtenidos con fibra de ramio son mayores al espécimen sin fibra, además que el mayor incremento (espécimen +0.9% fibra de ramio) es 59.57% en relación al espécimen natural.

Tabla 20: Plasticidad, suelo con y sin fibra de ramio.

Espécimen	I. P.	Variación
natural	10.61%	0.00%
+ 0.3% fibra de ramio	11.67%	9.99%
+ 0.6% fibra de ramio	12.75%	20.17%
+ 0.9% fibra de ramio	16.93%	59.57%

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores se entienden con más claridad, al observarse la figura 24 que representan los resultados detallados en la tabla anterior. Además, la tendencia llega a determinarse mediante una fórmula polinómica, según como lo muestra la figura.

Figura 24: Plasticidad, suelo con y sin fibra de ramio.



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Capacidad de soporte de la subrasante

El mismo proceso se analizó la conducta de la capacidad de soporte, la cual se rige por la MDS y el OCH, valores que se obtuvieron mediante el ensayo de Proctor modificado.

4.3.1. Proctor modificado

En primer lugar, los resultados de la máxima densidad seca de los especímenes de suelo (suelo natural y suelo con fibra de ramio) se exponen en la tabla 18 observándose que la densidad disminuye levemente, puesto que los valores obtenidos son menores al espécimen natural. No obstante, la mayor variación (especimen +0.9% fibra de ramio) solo representa un decrecimiento del 1.07% en relación al espécimen natural.

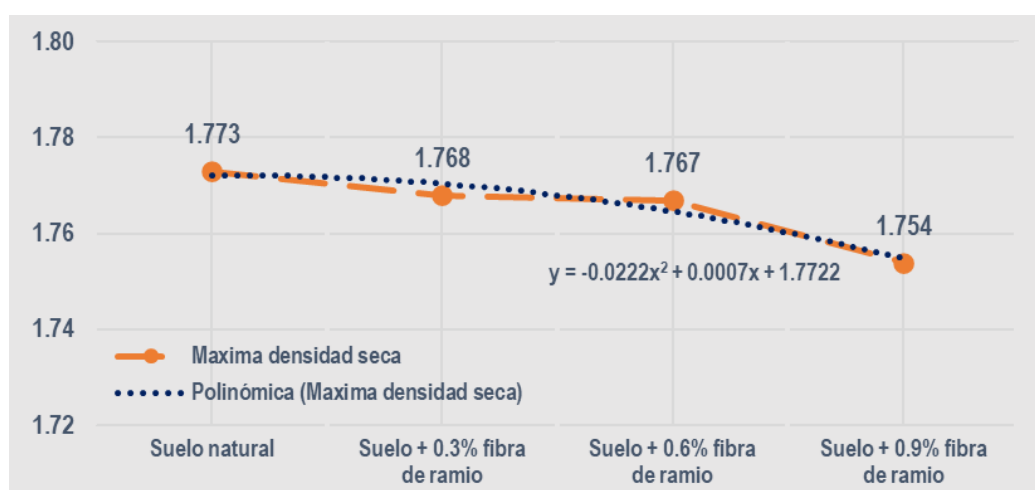
Tabla 21: Máxima densidad seca, suelo con y sin fibra de ramio.

Especimen	M.D.S.	Variación
natural	1.773 kg/cm ³	0.00%
+ 0.3% fibra de ramio	1.768 kg/cm ³	-0.28%
+ 0.6% fibra de ramio	1.767 kg/cm ³	-0.34%
+ 0.9% fibra de ramio	1.754 kg/cm ³	-1.07%

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores se entienden con más claridad, al observarse la figura 25 que representan los resultados detallados en la tabla anterior. Además, la tendencia se puede determinar mediante una fórmula polinómica, según como lo muestra la figura.

Figura 25: Máxima densidad seca, suelo con y sin fibra de ramio.



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, los resultados del OCH de los especímenes de suelo (suelo natural y suelo con fibra de ramio) se exponen en la tabla 19 observándose que la humedad disminuye de forma ligera, puesto que los

resultados obtenidos son menores a los del espécimen natural. Sin embargo, la mayor variación (especimen +0.9% fibra de ramio) solo representa una disminución del 4.87% en relación al espécimen natural.

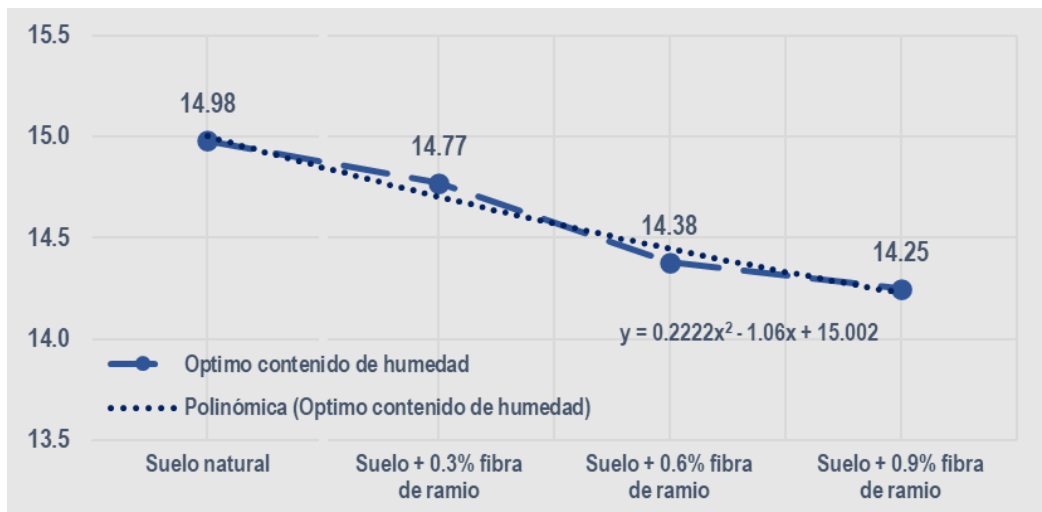
Tabla 22: Óptimo contenido de humedad, suelo con y sin fibra de ramio.

Especimen	O.C.H.	Variación
natural	14.98%	0.00%
+ 0.3% fibra de ramio	14.77%	-1.40%
+ 0.6% fibra de ramio	14.38%	-4.01%
+ 0.9% fibra de ramio	14.25%	-4.87%

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores se entienden con más claridad, al observarse la figura 26 que grafica los resultados descritos en la tabla anterior. Además, la tendencia se llega a que se determine mediante una fórmula polinómica, según como lo muestra la figura.

Figura 26: Óptimo contenido de humedad, suelo con y sin fibra de ramio.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Valor de CBR

Consecuentemente, los valores de CBR (California Bearing Ratio) de los especímenes de suelo (suelo natural y suelo con fibra de ramio) se exponen en la tabla 20, de esta forma se observa que el valor de CBR al 95% de la MDS, 0.1" de penetración aumenta de forma modesta, puesto que los valores obtenidos se incrementan gradualmente. Obteniéndose, la mayor variación en el espécimen +0.9% fibra de ramio que representa

una variación del 76.47% en relación al espécimen natural. Asimismo, se puede indicar que el suelo natural se clasifica como una sub rasante insuficiente, con un CBR menor al 6% no es apta, mientras que al agregar la fibra de ramio el suelo se clasifica como una sub rasante regular, con CBR entre 6 y 10% si es apta.

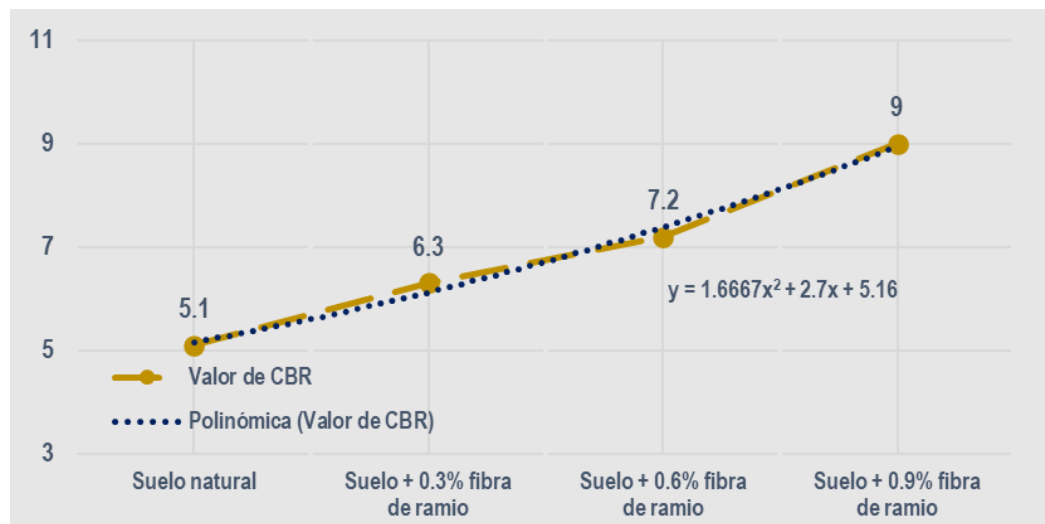
Tabla 23: CBR al 95% MDS, suelo con y sin fibra de ramio.

Espécimen	CBR (95% MDS)	Clasificación	Variación
natural	5.1%	S _R Insuficiente	0.00%
+ 0.3% fibra de ramio	6.3%	S _R Regular	23.53%
+ 0.6% fibra de ramio	7.2%	S _R Regular	41.18%
+ 0.9% fibra de ramio	9.0%	S _R Regular	76.47%

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores se entienden con más claridad, al observarse la figura 27 que representan los valores mostrados en la tabla anterior. Además, la tendencia se puede determine mediante una fórmula polinómica, según como lo muestra la figura.

Figura 27: CBR al 95% MDS, suelo con y sin fibra de ramio.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Módulo resiliente

Finalmente, se realizó el cálculo del módulo resiliente desde los resultados del CBR, según la fórmula de correlación de CBR-MR emitida por TRRL y adoptada por AASHTO en el año 2002, teniéndose los datos que se exponen en la tabla 20, observándose que la tendencia es

ascendente que aumenta de forma significativa y gradual. Obteniéndose, la mayor variación en el espécimen +0.9% fibra de ramio que representa un incremento del 43.85% en relación al espécimen natural.

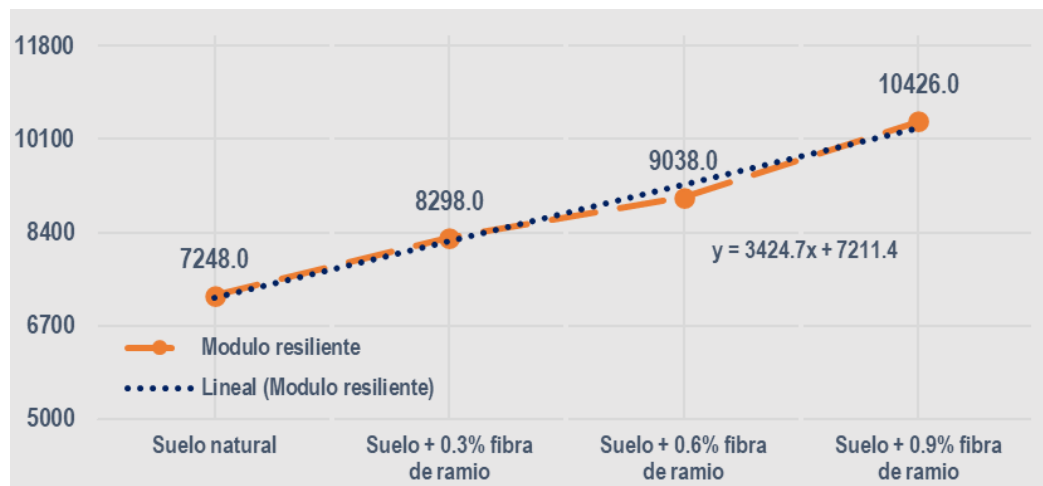
Tabla 24: Módulo resiliente, suelo con y sin fibra de ramio.

Espécimen	Modulo Resiliente	Variación
natural	7248.0 psi	0.00%
+ 0.3% fibra de ramio	8298.0 psi	14.49%
+ 0.6% fibra de ramio	9038.0 psi	24.70%
+ 0.9% fibra de ramio	10426.0 psi	43.85%

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores se entienden con más claridad, al observarse la figura 27 que representan los valores mostrados en la tabla anterior. Además, la tendencia se puede determine mediante una fórmula polinómica, según como lo muestra la figura.

Figura 28: Módulo resiliente, suelo con y sin fibra de ramio.



Fuente: Elaboración propia.

4.4. Ph de la subrasante

En primer lugar, los valores del potencial de hidrogeno de los especímenes de suelo (suelo natural y suelo con fibra de ramio) se exponen en la tabla 22 observándose que el ph se eleva ligeramente, puesto que los valores obtenidos son mayores al espécimen natural. No obstante, la mayor variación (especímen +0.9% fibra de ramio) solo representa un incremento del 5.97% en relación al espécimen natural

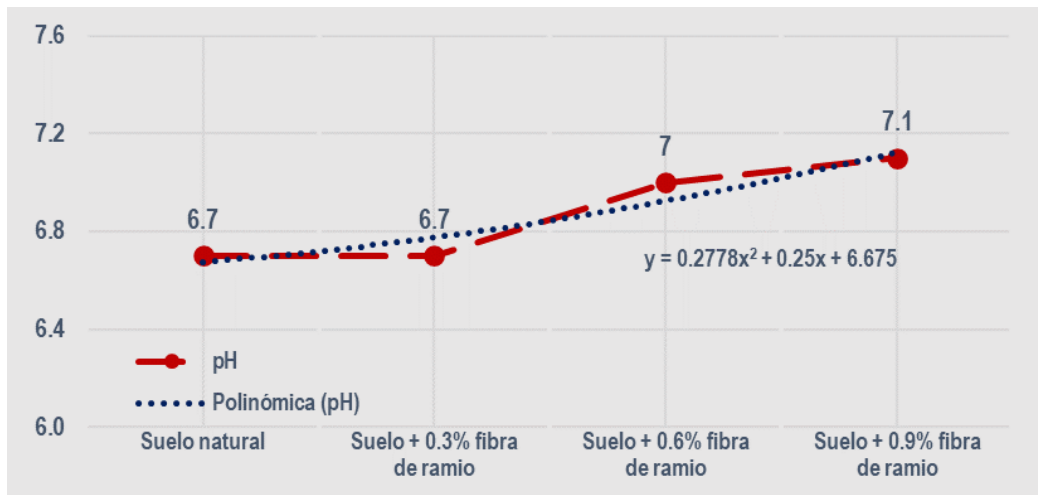
Tabla 25: Ph, suelo con y sin fibra de ramio.

Espécimen	Ph	Variación
natural	6.7	0.00%
+ 0.3% fibra de ramio	6.7	0.00%
+ 0.6% fibra de ramio	7.0	4.48%
+ 0.9% fibra de ramio	7.1	5.97%

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores se entienden con más claridad, al observarse la figura 29 que representan los resultados descritos en la tabla anterior. Además, la tendencia se llega a determinar mediante una formula polinómica, según como lo muestra la figura.

Figura 29: Ph, suelo con y sin fibra de ramio.

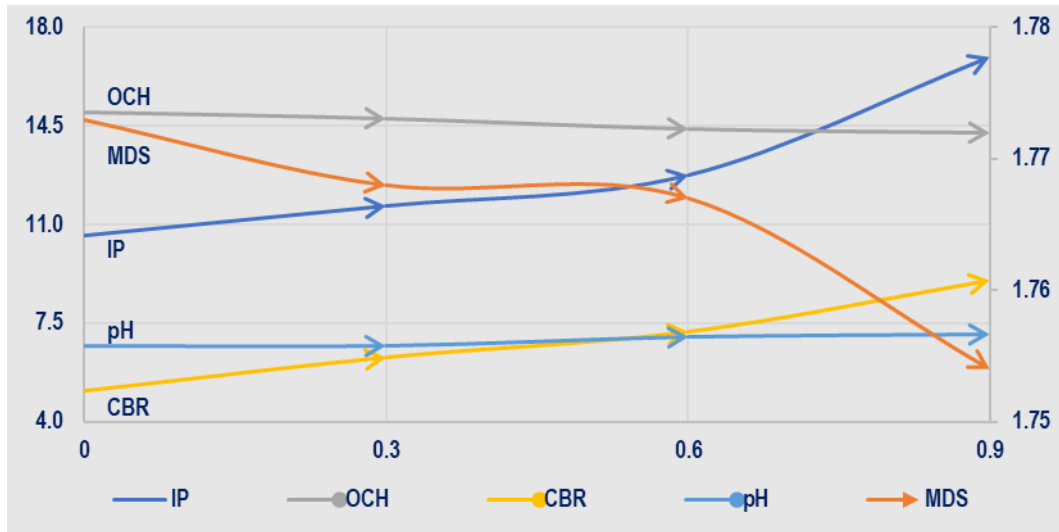


Fuente: Elaboración propia.

4.5. Resumen de propiedades

Haciendo compendio de los análisis realizados por propiedades, se puede indicar que, según los valores obtenidos, al emplear la fibra de ramio con la finalidad de mejorar la capacidad de soporte se generan los siguientes comportamientos, que se muestran en la figura 30. Siendo las tendencias ascendentes las correspondientes a índice de plasticidad, valor de CBR y valor de ph (relación directamente proporcional con el contenido de fibra de ramio), y las tendencias descendentes las correspondientes a MDS, y OCH (relación inversamente proporcional con el contenido de fibra de ramio).

Figura 30: Propiedades, suelo con y sin fibra de ramio.



Fuente: Elaboración propia.

4.6. Prueba de hipótesis

En función a los resultados de la prueba de normalidad realizada en el programa SPSS en el ítem de técnicas y datos se empleará la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con la que se evaluará las hipótesis.

a) Primera hipótesis.

H₁: La incorporación de la fibra de Ramio altera de manera satisfactoria la máxima densidad seca para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

H₀: La incorporación de la fibra de Ramio no altera de manera satisfactoria la máxima densidad seca para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

Contrastando la primera hipótesis, se puede observar en la siguiente figura que la prueba estadística arrojó como resultado una significancia de 0.045 para la propiedad de máxima densidad seca, valor que al estar por debajo de 0.050 indica que los valores de MDS en los especímenes con fibra de ramio difieren significativamente del espécimen natural.

Tabla 26: Contrastación de la primera hipótesis.

Hipótesis nula (H ₀)	Valor obtenido	Decisión
La distribución de los valores de máxima densidad seca de una subrasante es igual en todas las muestras de suelo.	Significancia = 0.045	Se REFUTA la hipótesis nula.

(σ % Los
especímenes
difieren de forma
significativa)

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se puede indicar que: los valores de máxima densidad seca de la subrasante con fibra de ramio son diferentes de forma significativa del espécimen natural, difieren notable y estadísticamente además la variación es favorable (a favor del desenvolvimiento estructural).

b) Segunda hipótesis.

H₁: La incorporación de la fibra de Ramio mejora considerablemente el óptimo contenido de humedad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

H₀: La incorporación de la fibra de Ramio no mejora considerablemente el óptimo contenido de humedad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

Contrastando la segunda hipótesis, se puede observar en la siguiente figura que la prueba estadística arrojó como resultado una significancia de 0.026 para la propiedad de óptimo contenido de humedad, valor que al no superar el 0.050 indica que los valores de OCH en los especímenes con fibra de ramio difieren significativamente del espécimen natural.

Tabla 27: *Contrastación de la segunda hipótesis.*

Hipótesis nula (H ₀)	Valor obtenido	Decisión
La distribución de los valores de óptimo contenido de humedad de una subrasante es igual en todas las muestras de suelo.	Significancia = 0.026	Se REFUTA la hipótesis nula. (σ % Los especímenes difieren de forma significativa)

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se puede indicar que: los valores de OCH de la subrasante con fibra de ramio son diferentes de forma significativa del espécimen natural, difieren notable y estadísticamente además la variación es favorable (a favor del aspecto presupuestal).

c) Tercera hipótesis.

H₁: La adición de la fibra de Ramio afecta considerablemente el valor de CBR para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

H₀: La adición de la fibra de Ramio no afecta considerablemente el valor de CBR para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible.

Contrastando la tercera hipótesis, se puede observar en la siguiente figura que la prueba estadística arrojó como resultado una significancia de 0.016 para la propiedad de capacidad de soporte CBR y para la propiedad de módulo resiliente (calculado a partir del CBR), valores que al estar por debajo de 0.050 indican que los valores de CBR y Mr de los especímenes con fibra de ramio difieren significativamente del espécimen natural.

Tabla 28: Contrastación de la tercera hipótesis.

Hipótesis nula (H ₀)	Valor obtenido	Decisión
La distribución de los valores de CBR de una subrasante es igual en todas las muestras de suelo.	Significancia = 0.016	Se REFUTA la hipótesis nula. (^o Los especímenes difieren de forma significativa)
La distribución de los valores de módulo resiliente de una subrasante es igual en todas las muestras de suelo.	Significancia = 0.016	Se REFUTA la hipótesis nula. (^o Los especímenes difieren de forma significativa)

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se puede indicar que: los valores de CBR y de módulo resiliente de la subrasante con fibra de ramio son diferentes de forma significativa del espécimen natural, difieren notable y estadísticamente además la variación es favorable (a favor del desenvolvimiento estructural y en el diseño de pavimento flexible).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados con antecedentes

En conformidad a la tabla 18, se puede afirmar que la MDS (expresada en gr/cm³) de los especímenes se disminuye de forma ligera, puesto que se obtuvo el valor más alto en el espécimen natural (o patrón) con 1.773 gr/cm³, a comparación a la MDS de los especímenes con fibra de ramio que presentaron disminuciones equivalentes al -0.28%, -0.34% y -1.07%. Lo que se traduce en que la máxima densidad seca mantiene una relación inversamente proporcional con el contenido de fibra de ramio. Según los datos obtenidos, la máxima densidad seca se determina por tendencia polinómica definida por la fórmula “ $MDS=0.0222 (CFR)^2+0.0007 (CFR)+1.7722$ ” (Donde CFR representa el contenido de fibra de ramio). Esta pérdida de densidad es mínima y por lo tanto no perjudicial en el desenvolvimiento estructural de la subrasante como elemento de un pavimento flexible. Asimismo, esto favorecería a que, durante la ejecución física de una construcción de pavimento flexible, se alcance con facilidad un mayor grado de compactación en la subrasante. Estos resultados son coherentes con los obtenidos en la investigación de Leyva Cervantes (2016), que en su tesis concluyó que esta pérdida de densidad es provocada por la porosidad de las fibras. Esta afirmación demostraría porque la densidad reduce hasta que se aplique mayor cantidad de fibra de ramio.

También, en relación a la tabla 19, se llega a afirmar que el OCH (expresada en porcentajes) de los especímenes disminuye levemente puesto que se obtuvieron en los especímenes con fibra de ramio valores menores en comparación al espécimen natural que obtuvo un 14.98%, mientras que al emplearse la fibra de ramio el óptimo contenido de humedad mostró variaciones de -1.40%, -4.01% y -4.87% respectivamente al contenido de fibra y en relación al espécimen natural. En otros términos, esto quiere decir que se mantiene una relación inversamente proporcional con el contenido de fibra de ramio. Asimismo, según los datos obtenidos el óptimo contenido de humedad se determina por una tendencia polinómica que se define por la siguiente fórmula $OCH = 0.2222 (CFR)^2 - 1.06 (CFR) + 15.002$ (Donde CFR es el contenido de fibra de ramio). Esta disminución en el óptimo contenido de humedad supone que se alcanza la densidad óptima de compactación con un menor volumen de agua y esto quiere decir que al disminuir la cantidad de agua, disminuye directamente el costo unitario de tal partida, lo que es favorable para la consideración de esta fibra. Delgado Alvia (2015), indica en su investigación que un incremento ligero en el índice de plasticidad se traduce en una disminución de la humedad óptima de compactación, caso que también se presenta en la presente investigación. Los resultados muestran que la fibra de ramio genera un aumento en el índice de plasticidad y asimismo una disminución ligera en el óptimo contenido de humedad.

En último lugar, la tabla 20 corresponde al valor de CBR (California Bearing Ratio), parámetro fundamental para la evaluación de suelo de subrasante en pavimentos flexibles. Específicamente se analizó el CBR al 95% de la MDS y a 0.1" de penetración (según lo indicado en el manual MTC sección de suelos y pavimentos). En ese sentido, se puede afirmar que el valor de CBR de los especímenes (expresada en porcentaje) se incrementa de forma significativa, puesto que el espécimen natural con 5.1% es una subrasante insuficiente (CBR < 6%) no apta, mientras que los especímenes con fibra de ramio que presentaron incrementos equivalentes al +23.53%, +41.18% y +76.47%. Lo que indica que se mantiene una relación directamente proporcional con el contenido de fibra de ramio. Según los datos obtenidos, el valor de CBR (95% de MDS) se rige por tendencia polinómica definida por la fórmula "CBR=1.6667

(CFR) $^{2+2.7}$ (CFR) $^{+5.16}$ " (Donde CFR es el contenido de fibra de ramio). Estos incrementos, generan que el suelo se reclasifique como una subrasante regular (CBR entre 6% - 10%), la cual ya es apta para su uso como capa subrasante en pavimentos flexibles. Bajo estos resultados se puede indicar que la fibra de ramio es favorable como agente mejorador de capacidad de soporte, puesto que presenta valores de mejora positivos. Además, en la tesis de grado de Aguirre Fuelantana & Fuel Valencia (2020) se observan que las fibras vegetales (aplicadas como residuos) resultan en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo, puesto que se obtienen resultados muy favorables, por lo que podemos indicar que la fibra de ramio también muestra resultados favorables. En el mismo marco se calculó el módulo resiliente de los suelos según la fórmula de correlación CBR - Mr emitida por TRRL, adoptada por AASHTO en el año 2002, observándose que el espécimen natural muestra 7248.0 psi, mientras que los especímenes con fibra de ramio que presentaron incrementos equivalentes al +14.49%, +24.70% y +43.85%. De igual manera, esto indica que se mantiene una relación directamente proporcional con el contenido de fibra de ramio. Por otro lado, estos incrementos en el módulo resiliente suponen también una disminución en el número estructural requerido SNreq en el cálculo de los grosores de las capas correspondientes para un pavimento flexible. Lo que se traduce en que la subrasante tiene una mayor participación en el desenvolvimiento estructural de todo el paquete del pavimento flexible ante las solicitaciones vehiculares. Igualmente, Orejón Estrada (2018) indica que el mejoramiento de una subrasante refleja sus beneficios en los espesores de las capas de la carpeta asfáltica, algo coherente con lo concluido en esta investigación sobre los números estructurales requeridos SNreq, puesto que con un menor SNreq se reducirían los grosores de las capas de base y sub base, en el diseño de un pavimento flexible.

CONCLUSIONES

1. La adición de fibra de ramio para mejorar la capacidad de soporte de una subrasante en el diseño de un pavimento flexible, resulto de forma favorable y notable volvió una subrasante insuficiente en una subrasante regular apta para el diseño de un pavimento flexible de acuerdo al manual MTC sección suelos y pavimentos, estableciendo a la fibra de ramio como una propuesta viable.
2. La fibra de ramio altera la MDS de los suelos subrasante, provocando una tendencia a decrecer de forma modesta, puesto que los especímenes con fibra de ramio mostraron variaciones del 1.40%, -4.01% y -4.87% en comparación al espécimen natural $MDS=1.773 \text{ gr/cm}^3$.
3. La fibra de ramio provoca que el óptimo contenido de humedad de los suelos subrasante, muestre una tendencia a decrecer ligeramente, ya que los especímenes con fibra de ramio mostraron variaciones del -0.28%, -0.34% y -1.07% en comparación al espécimen natural $OCH=14.98\%$.
4. El empleo de la fibra de ramio logra que la capacidad de soporte de los suelos subrasante, se incrementen de forma relevante, ya que los especímenes con fibra de ramio presentaron diferencias del +23.53%, +41.18% y +76.47% en comparación al espécimen natural $CBR=5.1\%$ (SR insuficiente), logrando así superar el CBR mínimo (SR regular), obteniéndose subrasantes aptas para el diseño de pavimentos flexibles.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener en consideración la fibra de ramio, como fibra estabilizante para suelos de subrasante insuficiente, puesto que los resultados arrojaron resultados favorables en la mejora de la capacidad de soporte de la sub rasante.
2. Se recomienda no aumentar las dosis planteadas en la presente investigación, porque se podría afectar las propiedades físicas y mecánicas del suelo por un exceso de fibra. Las dosis en estudio si dieron resultados propicios.
3. Se recomienda continuar la investigación de la influencia de la fibra de ramio en el proceso de estabilización de suelos, para diferentes aplicaciones como podría ser el tratamiento de bases y sub bases granulares.
4. Se recomienda desarrollar una evaluación de costos unitarios, del proceso de estabilización empleando fibra de ramio. Con el objeto de establecer la relación de costo vs beneficio, contrastando la dosis por metro cuadrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre Fuelantana, G., & Fuel Valencia, J. (2020). Mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos finos mediante la adición de residuos provenientes de fibras vegetales. Tesis de pregrado, Universidad Militar de Granada, Facultad de estudios a distancia, Bogota.
2. Alatraste Cruz, P. J. (2018). Aplicación del diseño del MTC 2014 para optimizar la transitabilidad vehicular en pavimentos rígidos. Proyecto Plazas de peaje Vía Expresa Línea Amarilla - Lima, 2018.". Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Lima.
3. Aldana, R. (29 de 04 de 2021). Ensayos de compactacion - Proctor estandar y modificado. Obtenido de AULA carreteras.
4. Aranda Palma, A. J. (2020). Propuesta de estabilización del terreno de fundación vial conformada por cenizas volcánicas, con el modelo elástico multicapa de Burmister para el Proyecto Carretera Puquina - Omate. Tesis Pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad d Ingeniería.
5. Bernal, Blanco, & Villalpando. (2010). Metodología de la investigación.
6. Carrasco Díaz, S. (2016). Metodología de la Investigación.
7. Carrera Gallissà, E. (2017). Propiedades físicas para caracterizar la calidad de las fibras textiles. Universitat Politècnica de Catalunya, Enginyeria Textil, Barcelona.
8. Ccanto Mallma, G. (2010). Metodología de la investigación cinetífica en ingeniería civil. Lima: Gerccantom.
9. Chavez, D. (2018). Sub rasante.
10. Choque Hinojosa, R. D. (2016). Viabilidad para el uso de la escoria de acería eléctrica como agregado en mezcla asfáltica en la ciudad de Chimbote. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas - Civil, Huancavelica.
11. Delgado Alvia, R. P. (2015). Estabilización de suelos para atenuar efectos de plasticidad del material de subrasante de la carretera Montecristi - Los Bajos. Tesis de Pregrado, Universidad Católica del Ecuador Técnica de Manabí, Centro de Estudios de Posgrado, Manabí.
12. Díaz Rodríguez, D., & Llantén Marín, L. (2017). Obtencion del límite líquido y límite plástico usando el penetrómetro de cono de caída y la casuela de

- casagrande para la combinación de un suelo 50% caolín y 50% diatomea. Tesis de pregrado, Universidad católica de Colombia , Facultad de ingeniería.
13. Enrique Montalar en Geotecnia. (2019). Clasificación unificada de suelos SUCS mediante Visual Basic para Excel.
 14. Escudero Saldaña, R. (2003). Determinación de parámetros físicos-Mecánico y químico de la fibra del Ramio (Boehmeria nivea) producidos en la provincia de San Martín. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Tarapoto.
 15. Espinoza Montes, C. (2003). Metodología de la Investigación.
 16. Godoy Moreyra, S. C. (2018). Modificación de la capacidad portante de la subrasante por estabilización química utilizando MAXX – SEAL 200 en pavimento flexible en la Av. Ganaderos - Surco, 2018. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Lima.
 17. Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la Investigación.
 18. Hernández, R., Fernández, C., & Lucio, B. (2006). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill.
 19. Hernández, I., Perdomo , D., & Rincon , J. (2015). Implementación de fibras naturales en la estabilización de taludes. Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?, (pág. 10). Santo Domingo.
 20. Herrmann do Nascimento, L. A. (2018). Nova abordagem da dosagem de misturas asfálticas densas com uso do compactador giratório e foco na deformação permanente. Tesis de Post Grado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Post Grado, Rio de Janeiro.
 21. Laboratorio de Mecánica de suelos. (2006). Gravedad específica de los suelos- picnómetro. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
 22. Leyva Cervantes, M. (2016). Durabilidad de compuestos a base de matrices minerales reforzados con fibras naturales. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Civil, Monterrey.
 23. Lopez Martinez, M. A. (2017). Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de los suelos arenosos del sector de Pomasqui para cimentaciones superficiales y contrapisos, mediante el uso de cemento tipo MH. Tesis de Posgrado, Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Facultad de Ingeniería, Quito.

24. Martinez Chavez, E. (2019). Estabilización de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de subrasante. Tesis de Pregrado, Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería , Huancayo.
25. Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC. (2013). Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Dirección general de Caminos y Ferrocarriles, Lima.
26. Ministerio de transportes y comunicaciones. (2005). Evaluacion de la aplicabilidad de estabilizadores de suelos. Direccion general de caminos y ferrocarriles direccion de la normatividad vial, Lima.
27. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos seccion suelos y pavimentos. Lima, Perú.
28. Ministerio de vivienda y urbanismo. (2018). Código de normas y especificaciones técnicas de obras de pavimentación. Santiago, Chile.
29. Moll Martinez, R. (2017). Procedimiento para el diseño estructural de pavimentos flexibles rehabilitados en Cuba con el empleo de bases recicladas utilizando ligantes asfálticos. Tesis de Postgrado, Universidad Tecnologica de la Habana, Facultad de Ingenierias Civil, La Habana.
30. Moreno Varas, E., & Rodrigez Iparraguirre, S. (2019). Estabilización de suelos para atenuar efectos de plasticidad del material de subrasante de la carretera Caceres del Perú-Tara-Distrito de caceres del Perú-Santa-Ancash-2017. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Santa, Facultad de ingeniería, Nuevo Chimbote.
31. Orejon Estrada, E. V. (2018). Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de soporte California – Distrito de Ahuac. Tesis de Pregrado, Universidad Continental, Facultad de Ingenieria, Huancayo.
32. Pérez, A., Wencomo, H., & Reyes, F. (2013). Boehmeria nivea (L.) Gaud. SciELO, 6.
33. Ramos Pereira, M. L. (2019). Mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo a nivel de subrasante a través de la utilización del sistema Rocamix entre la prolongación de la avenida San Antonio de Padua y de la calle 04 de La Asociación de vivienda 2 de Octubre del centro poblado S. Tesis de Pregrado, Universidad Jose Carlos Mariatequi, Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Moquegua.

34. Reglamento nacional de Edificaciones. (2018). CE. 020 Estabilizacion de suelos y taludes. Lima.
35. Rodriguez, D. (2020). Investigación aplicada: características, definición, ejemplos. Argentina: Lifeder.
36. Ruiz Perales, M. (2020). Uso del penetrómetro cónico para determinar el limite plástico de suelos cohesivos. Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipan, Facultad de ingeniería.
37. Salazar Romero, S. N. (2010). Características de la fibra de ramo (boehmeria nivea) y estudio del efecto del tiempo sobre sus propiedades mecanicas. Tesis de pregrado, Facultad de Ingenieria quimica y Agroindustrial, Quito.
38. Sánchez Sabogal, F. (2016). Evaluacion de la sub rasante.
39. Sapíllado Apaza, L. (2017). Ensayo de Abracion Los Angeles. Universidad Andina del Cusco, Facultad de Inagenieías y Arquítectura, Cusco.
40. Valdivia Sánchez, V. L. (2017). Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Lima.
41. Vettorelo, P., & Clariá, J. (28 de 03 de 2014). Suelos reforzados con fibras: Estado de arte y aplicaciones. FCEF Y N.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia



“ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera influye la fibra de Ramio en el mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante de un pavimento flexible?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Analizar de cómo influye la fibra de Ramio, en la capacidad de soporte de la subrasante de un pavimento flexible.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La implementación de la fibra de Ramio mejora considerablemente la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño de un pavimento flexible.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Fibra de Ramio</p>	<p>Dosificación</p> <hr/> <p>Granulometría</p> <hr/> <p>Costos</p>	<p>Método de investigación: Científico.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicado</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Cuando: 2021</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Población: La población será el suelo en estado natural en la provincia de Huancayo, distrito Huancayo, departamento de Junín.</p> <p>Muestra: Está conformado por 1 m3 de suelo con adición de fibra de Ramio para ser estudiados en el laboratorio.</p> <p>Técnicas e instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recolección de datos - Observación <p>Técnicas de procesamiento de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis estadístico de resultados obtenidos en el laboratorio. - Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.
<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuánto altera la fibra de Ramio en la máxima densidad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible? - ¿Cuánto mejora la fibra de Ramio en el óptimo contenido de humedad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible? - ¿Cómo afecta la fibra de Ramio en el valor de CBR para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar la alteración de la fibra de Ramio en la máxima densidad seca para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible. - Cuantificar la mejoría de la fibra de Ramio en el óptimo contenido de humedad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible. - Especificar el efecto de la fibra de Ramio en el valor de CBR para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible. 	<p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - La incorporación de la fibra de Ramio altera de manera satisfactoria la máxima densidad seca para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible. - La incorporación de la fibra de Ramio mejora considerablemente el óptimo contenido de humedad para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible. - La adición de la fibra de Ramio afecta considerablemente el valor de CBR para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño del pavimento flexible. 	<p>Variable dependiente:</p> <p>Capacidad de soporte de la subrasante</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Máxima densidad seca - Óptimo contenido de humedad - Valor de CBR 	<p>Técnicas de procesamiento de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis estadístico de resultados obtenidos en el laboratorio. - Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.

Anexo N°02: Panel fotográfico

1. GRANULOMETRÍA

Fotografía N° 1: Cuarteo y ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado Según NTP 339.128.



FUENTE: Elaboración propia.



FUENTE: Elaboración propia.

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Fotografía N° 2: Ensayo para determinar el contenido humedad del suelo.
Según NTP 339.127



FUENTE: Elaboración propia.

3. MALLA N°200

Fotografía N° 3: Ensayo del material más fino que pasa por el tamiz N°200.
Según NTP 400.018.



FUENTE: Elaboración propia.

4. MATERIAL QUE SERÁ ENSAYADA CON ADICIÓN DE FIBRA DE RAMIO

Fotografía N° 4: Combinación para los ensayos con adición 0.3% de Fibra de Ramio.



FUENTE: Elaboración propia.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 5: Combinación para los ensayos con adición 0.6% de Fibra de Ramio.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 6: Combinación para los ensayos con adición 0.9% de Fibra de Ramio.



FUENTE: Elaboración propia.

5. ANALISIS DE PH DEL SUELO

Fotografía N° 7: Ensayo de análisis de PH del suelo convencional. Según la NTP 339.176.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 8: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 0.3% de fibra de ramio. Según la NTP 339.176.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 9: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 0.6% Fibra de Ramio. Según la NTP 339.176.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 10: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 0.9% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.176.



FUENTE: Elaboración propia.

6. LIMITES DE ATTERBENG

Fotografía N° 11: Ensayo de Limite Líquido convencional. Según la NTP 339.129.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 12: Ensayo de Limite Líquido con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.129.



FUENTE: Elaboración propia.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 13: Ensayo de Límite Líquido con adición 0.6% Fibra de Ramio. Según la NTP 339.129.



FUENTE: Elaboración propia.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 14: Ensayo de Limite Líquido con adición de Ensayo de Limite Líquido con adición 0.9% Fibra de Ramio. Según la NTP 339.129.



FUENTE: Elaboración propia.



FUENTE: Elaboración propia.

7. PROCTOR MODIFICADO

Fotografía N° 15: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes. Según la NTP 339.141.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 16: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.141.



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 17: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, con adición 0.6% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.141.



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 18: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, con adición 0.9% Fibra de Ramio. Según la NTP 339.141.



FUENTE: Elaboración propia

8. ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

Fotografía N° 19: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes. Según la NTP 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 20: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 21: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 0.6% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002Según la NTP 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 24: sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 25: sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 0.6% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 26: sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 0.9% de Fibra de Ramio. Según la NTP 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia

10. LECTURA DE PENETRACIÓN (CBR)

Fotografía N° 27: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg convencional. Según la norma 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 28: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg, con adición 0.3% de Fibra de Ramio. Según la norma 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 29: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg, con adición 0.6% de Fibra de Ramio. Según la norma 339.175:2002.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 30: *Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg, con adición 0.9% de Fibra de Ramio. Según la norma 339.175:2002.*



FUENTE: *Elaboración propia.*

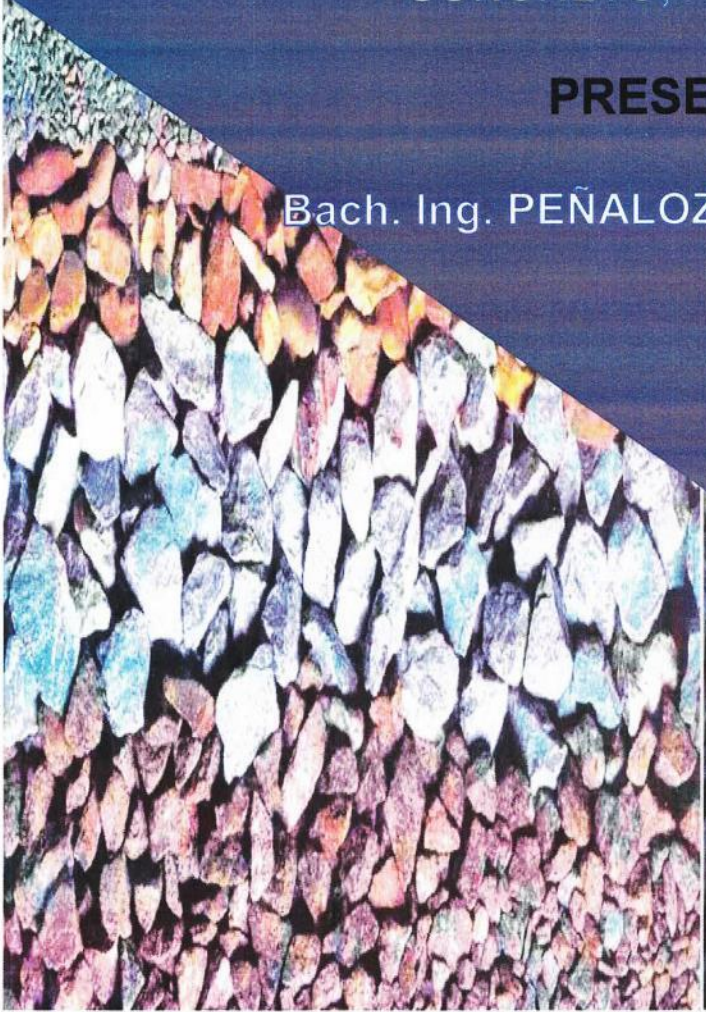
Anexo N°03: Certificado de los Ensayos

2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. PEÑALOZA YAURI DELVIS RUSSELL



**“ADICIÓN DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA
CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN
EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE”**



G E O T E S T V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILDA E-MAIL : LABGEOESTVD2@GMAIL.COM
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
FACEBOOK : Geo Test V. S. A. D
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : 3 DE DICIEMBRE
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL N° de muestra : MUESTRA N° 1
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA
Estructura : SUBRASANTE Fecha de emisión : MARZO-2022
Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 (1999)-ASTM D 422-MTC E 107

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	27.70	1.32	1.32	98.68
3/4"	19.05	11.00	0.53	1.85	98.15
1/2"	12.70	53.30	2.55	4.40	95.60
3/8"	9.53	17.60	0.84	5.24	94.76
1/4"	6.35	0.00	0.00	5.24	94.76
N° 4	4.76	36.80	1.76	7.00	93.00
N° 8	2.36	42.80	2.05	9.05	90.95
N° 10	2.00	8.00	0.38	9.43	90.57
N° 16	1.18	32.00	1.53	10.96	89.04
N° 20	0.85	19.10	0.91	11.87	88.13
N° 30	0.60	18.50	0.88	12.76	87.24
N° 40	0.43	17.70	0.85	13.60	86.40
N° 50	0.30	18.20	0.87	14.47	85.53
N° 60	0.25	11.10	0.53	15.00	85.00
N° 100	0.15	33.00	1.58	16.58	83.42
N° 200	0.075	59.30	2.84	19.41	80.59
FONDO		1685.6	80.59	100.00	0.00
TOTAL		2091.70	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	7.00 %
ARENA	12.42 %
FINO	80.59 %
TOTAL	100.00 %

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	A-60
Masa de recipiente (g)	85.20 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	395.95 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	345.10 g
Masa de agua (g)	50.85 g
Masa de suelo seco (g)	259.90 g
Contenido de humedad %	19.57 %



Simbolo del grupo (SUCS)	=	CL
Nombre del grupo (SUCS)	=	ARCILLA LIGERA CON ARENA
AASHTO	=	A-6 (0)

Luis Camarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTVDZ@GMAIL.COM
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

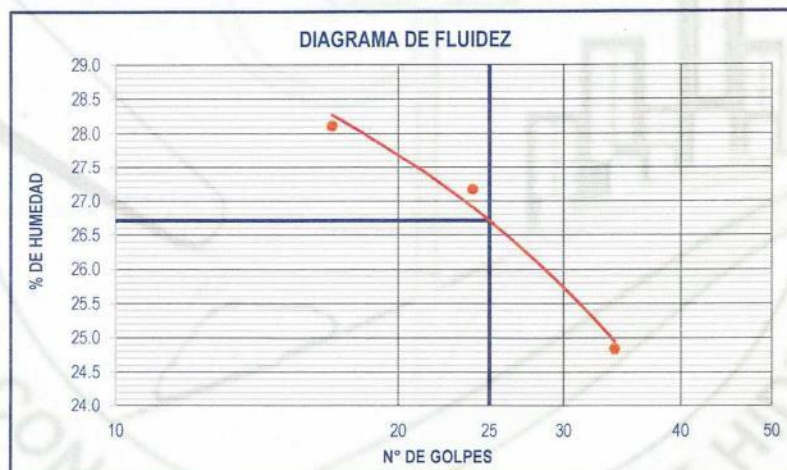
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **Cantera** : 3 DE DICIEMBRE
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL **N° de muestra** : MUESTRA N° 1
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Clase de material** : ARCILLA LIGERA CON ARENA
Estructura : SUBRASANTE **Fecha de emisión** : MARZO-2022
Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
NTP 339.129 (2014)-ASTM D 4318-MTC E 110-111

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	C-13	C-44	124	193	194
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	43.60	40.20	36.90	25.80	27.00
Masa cápsula + Suelo seco (g)	37.50	35.20	33.00	24.55	25.60
Masa cápsula (g)	15.80	16.80	17.30	16.70	17.00
Masa del agua (g)	6.10	5.00	3.90	1.25	1.40
Masa del suelo seco (g)	21.70	18.40	15.70	7.85	8.60
Contenido de humedad %	28.11 %	27.17 %	24.84 %	15.92 %	16.28 %
Nro. De golpes	17	24	34	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	26.71

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	16.10

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	10.61

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Proctor Convencional

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA

E-MAIL : LABGECSTESTV02@GMAIL.COM

(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.
FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)

GEO TEST V. SAC

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022

Cantera : 3 DE DICIEMBRE

Codigo de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

N° de muestra : MUESTRA N° 01

Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL

Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Norma : NTP-ASTM-MTC

Estructura : SUBRASANTE

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de recepción : FEBRERO-2022

Fecha de emisión : MARZO-2022

PROCTOR MODIFICADO
NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,610.0	5,680.0	5,715.0	5,700.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,850.0	1,920.0	1,955.0	1,940.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.938	2.012	2.048	2.033

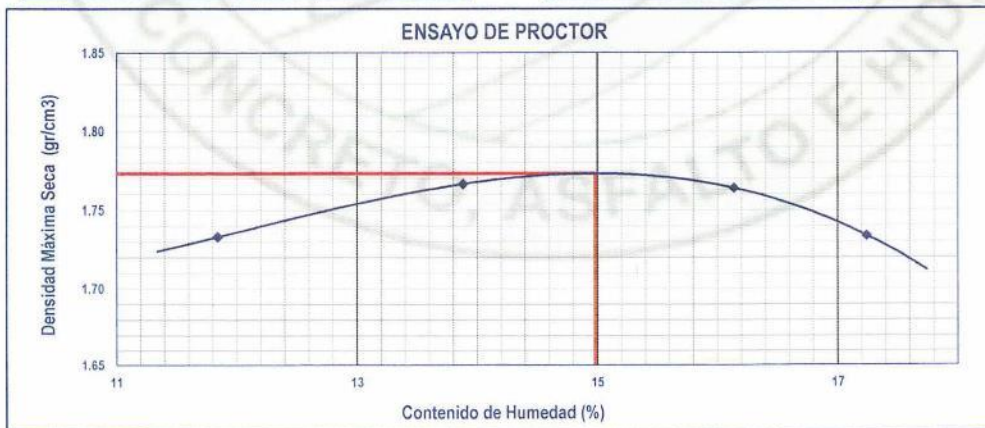
HUMEDAD (%)				
Tara N°	172	117	167	193
Tara + suelo húmedo (gr.)	76.1	69.8	64.1	68.3
Tara + suelo seco (gr.)	69.8	63.4	57.5	60.8
Peso de agua (gr.)	6.3	6.4	6.6	7.5
Peso de tara (gr.)	16.6	17.3	16.6	17.3
Peso de suelo seco (gr.)	53.2	46.1	40.9	43.5
Humedad (%)	11.84	13.88	16.14	17.24
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.733	1.766	1.764	1.734

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.773
Óptimo Contenido de Humedad (%):	14.98

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT/ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificación de un sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°2111-CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL
Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN
Estructura : SUBRASANTE
Fecha de recepción : FEBRERO-2022
Cantera : 3 DE DICIEMBRE
N° de muestra : MUESTRA N° 01
Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA
Norma : NTP-ASTM-MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : MARZO-2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11912.0	12001.0	11680.0	11976.0	11850.0	12104.0
Peso de molde (g)	7583.0	7583.0	7633.0	7633.0	7964.0	7964.0
Peso del suelo húmedo (g)	4329.0	4418.0	4047.0	4343.0	3886.0	4140.0
Volumen del molde (cm ³)	2125.0	2125.0	2111.9	2111.9	2110.9	2110.9
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.037	2.079	1.916	2.056	1.841	1.961
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	83.2	70.7	76.4	70.4	73.4	66.4
Peso suelo seco + tara (g)	74.5	63.5	68.7	63.1	65.2	58.8
Peso de tara (g)	16.5	17.9	17.3	17.1	10.6	11.2
Peso de agua (g)	8.7	7.2	7.7	7.3	8.2	7.6
Peso de suelo seco (g)	57.9	45.6	51.4	46.0	54.6	47.6
Contenido de humedad (%)	14.97	15.79	14.98	15.87	14.98	15.97
Densidad seca (g/cm ³)	1.772	1.796	1.667	1.775	1.601	1.691

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/01/2022	1.00pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
28/01/2022	1.00pm	24	0.080	0.080	0.07	0.030	0.030	0.090	0.090	0.090	0.08
29/01/2022	1.00pm	48	0.080	0.080	0.07	0.070	0.070	0.190	0.190	0.190	0.16
30/01/2022	1.00pm	72	0.180	0.180	0.15	0.110	0.110	0.220	0.220	0.220	0.18
31/01/2022	1.00pm	96	0.230	0.230	0.19	0.140	0.140	0.260	0.260	0.260	0.217

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.003	1.76			0.001	1.52			0.001	1.52		
0.050		0.011	2.74			0.007	2.25			0.002	1.64		
0.075		0.019	3.72			0.011	2.74			0.004	1.88		
0.100	70.31	0.027	4.70	4.7	6.6	0.017	3.48	3.3	4.7	0.008	2.37	2.5	3.5
0.150		0.038	6.05			0.021	3.97			0.015	3.23		
0.200	105.46	0.047	7.15	7.3	6.9	0.030	5.07	5.2	5.0	0.020	3.85	3.9	3.7
0.250		0.058	8.50			0.039	6.17			0.027	4.70		
0.300		0.062	8.98			0.044	6.78			0.030	5.07		
0.400		0.074	10.45			0.056	8.25			0.041	6.42		
0.500		0.093	12.77			0.075	10.57			0.055	8.13		

Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV2@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C RUC : 20606529229
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

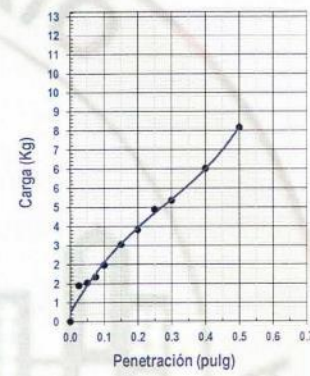
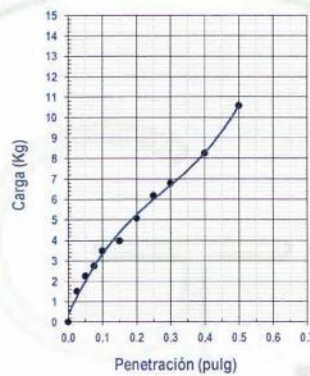
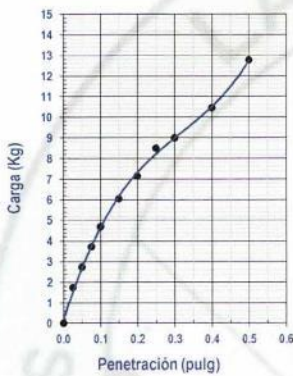
Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
 Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN
 Estructura : SUBRASANTE
 Fecha de recepción : FEBRERO-2022

Cantera : 3 DE DICIEMBRE
 N° de muestra : MUESTRA N° 01
 Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA
 Norma : NTP-ASTM-MTC
 Ensayado por : A.Y.G.
 Fecha de emisión : MARZO-2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

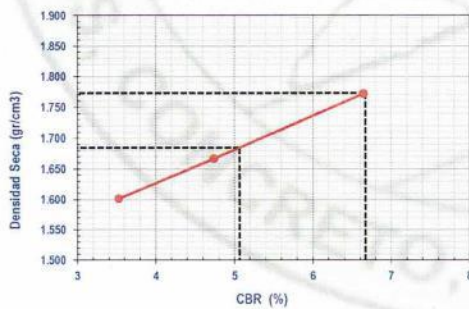
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	6.6 %
CBR (0.2")	6.9 %
Densidad seca (g/cm3)	1.772

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	4.7 %
CBR (0.2")	5.0 %
Densidad seca (g/cm3)	1.667

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	3.5 %
CBR (0.2")	3.7 %
Densidad seca (g/cm3)	1.601



Metodo de compactación : ASTM D1557
 Maxima densidad seca (g/cm3) : 1.773
 Optimo contenido de humedad (%) : 15.0
 95% maxima densidad seca (g/cm3) : 1.684

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 6.7 0.2" 7.0
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 5.1 0.2" 5.3

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 6.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5.1 (%)

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Suelo con adición de
fibra de Ramio al
0.3%*



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILDA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOEST.V@GMAIL.COM
FACEBOOK : GEO TEST V S.A.D
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

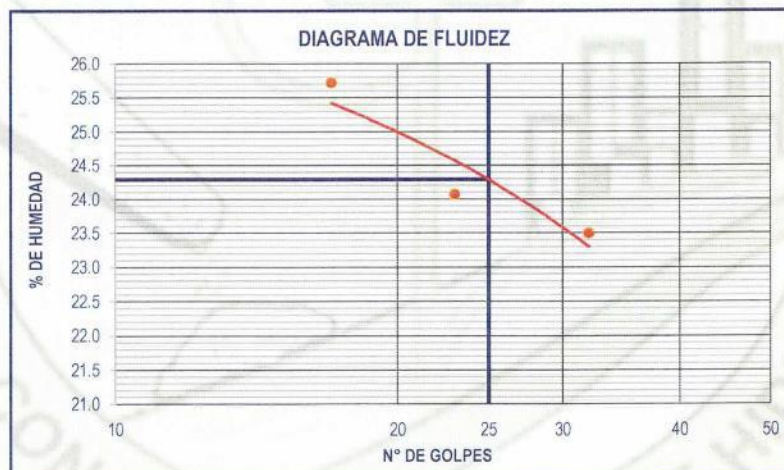
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **Cantera** : 3 DE DICIEMBRE
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL **N° de muestra** : MUESTRA N° 1
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN **Clase de material** : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICION 0.3% FIBRA DE RAMIO
Estructura : SUBRASANTE **Fecha de emisión** : MARZO-2022
Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
NTP 339.129 (2014)-ASTM D 4318-MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	141	111	15.8	122	49
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	46.10	43.50	40.00	31.00	24.50
Masa cápsula + Suelo seco (g)	39.90	38.30	35.70	29.70	23.10
Masa cápsula (g)	15.80	16.70	17.40	18.90	12.50
Masa del agua (g)	6.20	5.20	4.30	1.30	1.40
Masa del suelo seco (g)	24.10	21.60	18.30	10.80	10.60
Contenido de humedad %	25.73 %	24.07 %	23.50 %	12.04 %	13.21 %
Nro. De golpes	17	23	32	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	24.29

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	12.62

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	11.67

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILDA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 20606529229
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : 3 DE DICIEMBRE
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL N° de muestra : MUESTRA N° 1
Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICION 0.3% FIBRA DE RAMIO
Estructura : SUBRASANTE Fecha de emisión : MARZO-2022
Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

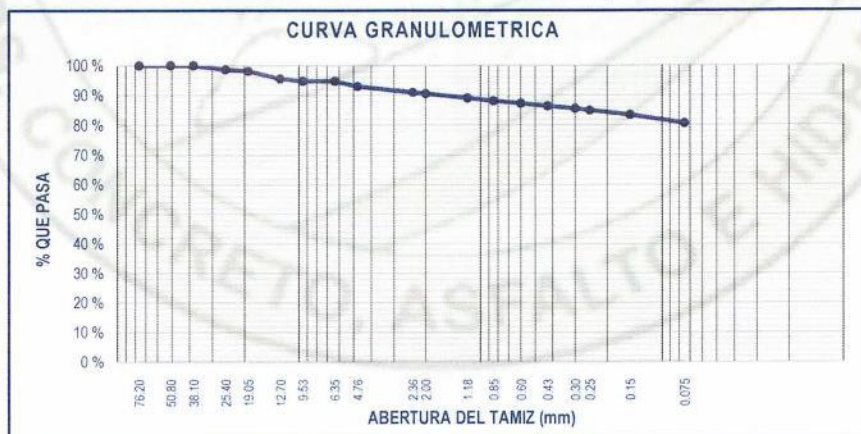
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 (1999)-ASTM D 422-MTC E 107

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	27.70	1.32	1.32	98.68
3/4"	19.05	11.00	0.53	1.85	98.15
1/2"	12.70	53.30	2.55	4.40	95.60
3/8"	9.53	17.60	0.84	5.24	94.76
1/4"	6.35	0.00	0.00	5.24	94.76
N° 4	4.76	36.80	1.76	7.00	93.00
N° 8	2.36	42.80	2.05	9.05	90.95
N° 10	2.00	8.00	0.38	9.43	90.57
N° 16	1.18	32.00	1.53	10.96	89.04
N° 20	0.85	19.10	0.91	11.87	88.13
N° 30	0.60	18.50	0.88	12.76	87.24
N° 40	0.43	17.70	0.85	13.60	86.40
N° 50	0.30	18.20	0.87	14.47	85.53
N° 60	0.25	11.10	0.53	15.00	85.00
N° 100	0.15	33.00	1.58	16.58	83.42
N° 200	0.075	59.30	2.84	19.41	80.59
FONDO		1685.6	80.59	100.00	0.00
TOTAL		2091.70	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	7.00 %
ARENA	12.42 %
FINO	80.59 %
TOTAL	100.00 %

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	A-60
Masa de recipiente (g)	85.20 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	395.95 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	345.10 g
Masa de agua (g)	50.85 g
Masa de suelo seco (g)	259.90 g
Contenido de humedad %	19.57 %



Simbolo del grupo (SUCS)	=	CL
Nombre del grupo (SUCS)	=	ARCILLA LIGERA CON ARENA
AASHTO	=	A-6 (0)

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Proctor Modificado
y Cbr con adición de
fibra de Ramio al
0.3%*



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA

E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM

(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.
FERRODARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)

GEO TEST V. SAC

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022

Cantera : 3 DE DICIEMBRE

Codigo de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

N° de muestra : MUESTRA N° 01

Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL

Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.3% FIBRA DE RAMIO

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Norma : NTP-ASTM-MTC

Estructura : SUBRASANTE

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de recepción : FEBRERO-2022

Fecha de emisión : MARZO-2022

PROCTOR MODIFICADO

NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,651.0	5,699.0	5,710.0	5,648.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,891.0	1,939.0	1,950.0	1,888.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.981	2.032	2.043	1.978

HUMEDAD (%)				
Tara N°	153	118	56	117
Tara + suelo húmedo (gr.)	93.1	81.7	70.9	74.1
Tara + suelo seco (gr.)	84.4	73.3	62.5	65.0
Peso de agua (gr.)	8.7	8.4	8.4	9.1
Peso de tara (gr.)	16.0	17.1	12.0	17.1
Peso de suelo seco (gr.)	68.4	56.2	50.5	47.9
Humedad (%)	12.72	14.95	16.63	19.00
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.758	1.767	1.752	1.662

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.768
Óptimo Contenido de Humedad (%):	14.77

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



NOTAS:

1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario

2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad

3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
CIP 198161



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL
Ubicación : HUANCAYO - JUNI
Estructura : SUBRASANTE
Fecha de recepción : FEBRERO-2022
Cantera : 3 DE DICIEMBRE
N° de muestra : MUESTRA N° 01
Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.3% FIBRA DE RAMIO
Norma : NTP-ASTM-MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : MARZO-2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11162.0	11303.0	11245.0	11502.0	10999.0	11285.0
Peso de molde (g)	6847.0	6847.0	7189.0	7189.0	7014.0	7014.0
Peso del suelo húmedo (g)	4315.0	4456.0	4056.0	4313.0	3985.0	4271.0
Volumen del molde (cm ³)	2126.0	2126.0	2114.4	2114.4	2129.6	2129.6
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.030	2.096	1.918	2.040	1.871	2.006
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	92.3	79.6	97.7	73.3	82.9	73.6
Peso suelo seco + tara (g)	82.7	71.2	87.3	65.0	74.5	65.5
Peso de tara (g)	17.3	17.9	17.1	13.6	17.2	17.2
Peso de agua (g)	9.6	8.4	10.4	8.3	8.5	8.1
Peso de suelo seco (g)	65.4	53.3	70.2	51.4	57.3	48.3
Contenido de humedad (%)	14.77	15.76	14.78	16.15	14.76	16.77
Densidad seca (g/cm ³)	1.768	1.811	1.671	1.756	1.631	1.717

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/02/2022	1.35pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
1/03/2022	1.35pm	24	0.290	0.290	0.24	0.350	0.350	0.29	0.450	0.450	0.38
2/03/2022	1.35pm	48	0.730	0.730	0.61	0.350	0.350	0.29	0.460	0.460	0.38
3/03/2022	1.35pm	72	0.750	0.750	0.63	0.410	0.410	0.34	0.480	0.480	0.40
4/03/2022	1.35pm	96	0.770	0.770	0.64	0.450	0.450	0.38	0.510	0.510	0.425

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.005	1.95			0.002	1.58			0.002	1.58		
0.050		0.017	3.42			0.007	2.25			0.003	1.76		
0.075		0.029	4.89			0.017	3.42			0.006	2.13		
0.100	70.31	0.041	6.35	6.3	8.9	0.026	4.52	4.2	6.0	0.012	2.87	3.0	4.3
0.150		0.057	8.37			0.032	5.25			0.023	4.15		
0.200	105.46	0.071	10.02	10.2	9.7	0.045	6.91	7.1	6.7	0.030	5.07	5.1	4.9
0.250		0.087	12.04			0.059	8.56			0.041	6.35		
0.300		0.093	12.77			0.066	9.47			0.045	6.91		
0.400		0.111	14.97			0.084	11.67			0.062	8.92		
0.500		0.140	18.44			0.113	15.15			0.083	11.49		

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. GEOEST.V@GMAIL.COM
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529229

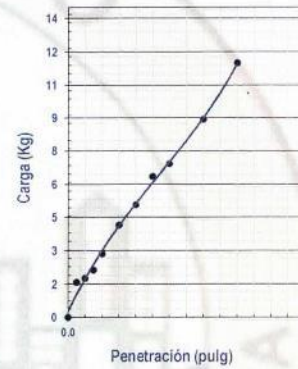
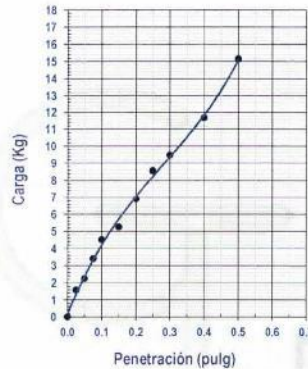
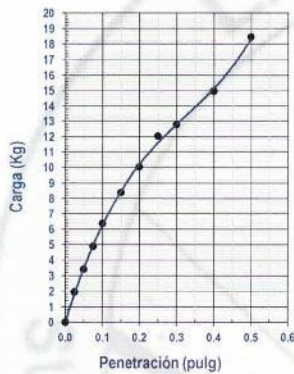
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
 Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
 Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN
 Estructura : SUBRASANTE
 Fecha de recepción : FEBRERO-2022
 Cantera : 3 DE DICIEMBRE
 N° de muestra : MUESTRA N° 01
 Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.3% FIBRA DE RAMIO
 Norma : NTP-ASTM-MTC
 Ensayado por : A.Y.G.
 Fecha de emisión : MARZO-2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

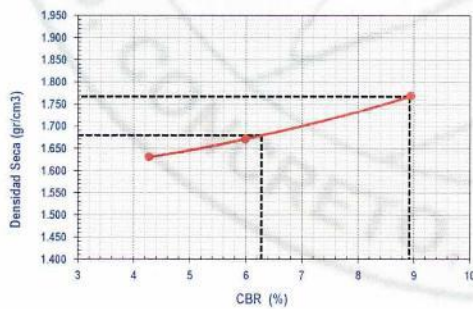
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	8.9 %
CBR (0.2")	9.7 %
Densidad seca (g/cm3)	1.768

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	6.0 %
CBR (0.2")	6.7 %
Densidad seca (g/cm3)	1.671

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	4.3 %
CBR (0.2")	4.9 %
Densidad seca (g/cm3)	1.631



Metodo de compactación : ASTM D1557
 Maxima densidad seca (g/cm3) : 1.768
 Optimo contenido de humedad (%) : 14.8
 95% maxima densidad seca (g/cm3) : 1.679
 C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 8.9 0.2" 9.7
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 6.3 0.2" 7.0

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.9 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.3 (%)

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Suelo con adición de
fibra de Ramio al
0.6%*



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C DELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : 3 DE DICIEMBRE
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL N° de muestra : MUESTRA N° 01
Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.6% FIBRA DE RAMIO
Estructura : SUBRASANTE Fecha de emisión : MARZO-2022
Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

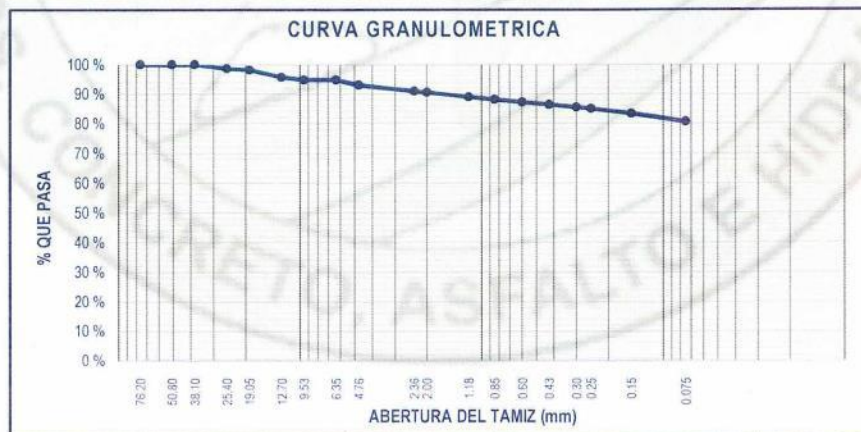
ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 (1999)-ASTM D 422-MTC E 107

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	27.70	1.32	1.32	98.68
3/4"	19.05	11.00	0.53	1.85	98.15
1/2"	12.70	53.30	2.55	4.40	95.60
3/8"	9.53	17.60	0.84	5.24	94.76
1/4"	6.35	0.00	0.00	5.24	94.76
N° 4	4.76	36.80	1.76	7.00	93.00
N° 8	2.36	42.80	2.05	9.05	90.95
N° 10	2.00	8.00	0.38	9.43	90.57
N° 16	1.18	32.00	1.53	10.96	89.04
N° 20	0.85	19.10	0.91	11.87	88.13
N° 30	0.60	18.50	0.88	12.76	87.24
N° 40	0.43	17.70	0.85	13.60	86.40
N° 50	0.30	18.20	0.87	14.47	85.53
N° 60	0.25	11.10	0.53	15.00	85.00
N° 100	0.15	33.00	1.58	16.58	83.42
N° 200	0.075	59.30	2.84	19.41	80.59
FONDO		1685.6	80.59	100.00	0.00
TOTAL		2091.70	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	7.00 %
ARENA	12.42 %
FINO	80.59 %
TOTAL	100.00 %

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	A-60
Masa de recipiente (g)	85.20 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	395.95 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	345.10 g
Masa de agua (g)	50.85 g
Masa de suelo seco (g)	259.90 g
Contenido de humedad %	19.57 %



Símbolo del grupo (SUCS)	=	CL
Nombre del grupo (SUCS)	=	ARCILLA LIGERA CON ARENA
AASHTO	=	A-6 (0)

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



DIRECCIÓN	: JR. GRAU N° 211 - CHILCA	E-MAIL	: LABGEOESTV02@GMAIL.COM
	(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)		: GEOTEST.V@GMAIL.COM
		FACEBOOK	: GEO TEST V S.A.C
DELULAR	: 952525151 - 972831911-991375093	RUC	: 20606529229

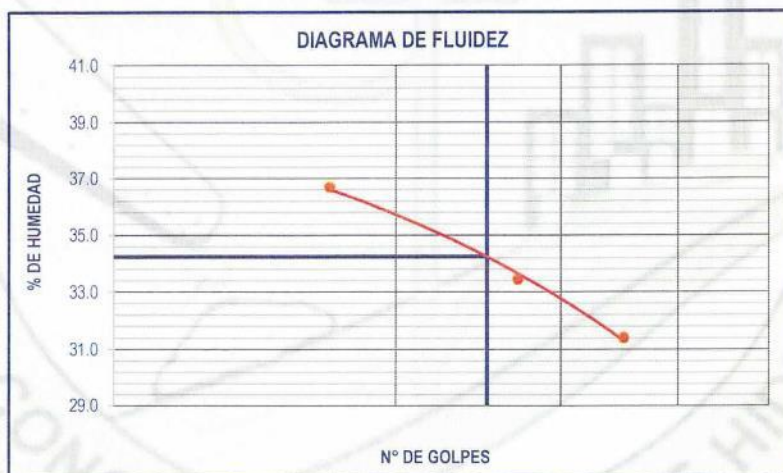
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		
Expediente N°	: EXP-41-GEO-TEST-V-2022		
Codigo de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: 3 DE DICIEMBRE
Peticionario	: PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL	N° de muestra	: MUESTRA N° 01
Ubicación	: HUANCAYO - JUNÍN	Clase de material	: ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.6% FIBRA DE RAMIO
Estructura	: SUBRASANTE	Fecha de emisión	: MARZO-2022
Fecha de recepcion	: FEBRERO-2022		

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
NTP 339.129 (2014)-ASTM D 4318-MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	203	23	C-22	8	67
Masa capsula + Suelo humedo (g)	47.40	41.26	40.80	31.50	29.60
Masa capsula + Suelo seco (g)	39.40	33.70	33.70	28.40	27.10
Masa capsula (g)	17.60	11.10	11.10	14.30	15.20
Masa del agua (g)	8.00	7.56	7.10	3.10	2.50
Masa del suelo seco (g)	21.80	22.60	22.60	14.10	11.90
Contenido de humedad %	36.70 %	33.45 %	31.42 %	21.99 %	21.01
Nro. De golpes	17	27	35	I	II



LÍMITE LÍQUIDO
LL. : 34.25

LÍMITE PLÁSTICO
LP. : 21.50

ÍNDICE PLÁSTICO
IP. : 12.75

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198167

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Proctor Modificado
y Cbr con adición de
fibra de Ramio al
0.6%*



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA

E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM

(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.
FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)

GEOEST.V@GMAIL.COM

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022

Cantera : 3 DE DICIEMBRE

Codigo de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

N° de muestra : MUESTRA N° 01

Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL

Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.6% FIBRA DE RAMIO

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Norma : NTP-ASTM-MTC

Estructura : SUBRASANTE

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de recepción : FEBRERO-2022

Fecha de emisión : MARZO-2022

PROCTOR MODIFICADO

NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,697.0	5,693.0	5,655.0	5,634.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,937.0	1,933.0	1,895.0	1,874.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad humeda (gr/cm ³)	2.030	2.025	1.986	1.964

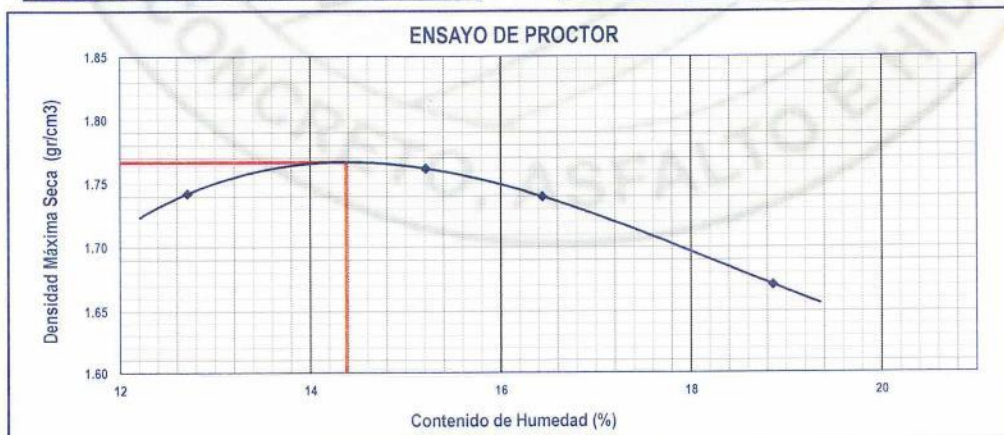
HUMEDAD (%)				
Tara N°	150	61	171	109
Tara + suelo húmedo (gr.)	84.3	63.0	64.8	70.4
Tara + suelo seco (gr.)	75.4	55.7	57.2	64.4
Peso de agua (gr.)	8.9	7.3	7.6	6.0
Peso de tara (gr.)	16.9	11.3	16.9	17.2
Peso de suelo seco (gr.)	58.5	44.4	40.3	47.2
Humedad (%)	15.21	16.44	18.86	12.71
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.762	1.739	1.671	1.742

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM ³)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.767
Óptimo Contenido de Humedad (%):	14.38

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



NOTAS:

1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario

2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad

3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
C. 198481



DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.O.
 DELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022 **Cantera** : 3 DE DICIEMBRE
Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : MUESTRA N° 01
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL **Clase de material** : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.6% FIBRA DE RAMIO
Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN **Norma** : NTP-ASTM-MTC
Estructura : SUBRASANTE **Ensayado por** : A.Y.G.
Fecha de recepción : FEBRERO-2022 **Fecha de emisión** : MARZO-2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11869.0	12110.0	11730.0	11911.0	11011.0	11180.0
Peso de molde (g)	7574.0	7574.0	7650.0	7650.0	7014.0	7014.0
Peso del suelo húmedo (g)	4295.0	4536.0	4080.0	4261.0	3997.0	4166.0
Volumen del molde (cm ³)	2125.0	2125.0	2117.7	2117.7	2129.6	2129.6
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.021	2.135	1.927	2.012	1.877	1.956
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	94.3	80.6	99.2	63.3	83.8	74.0
Peso suelo seco + tara (g)	84.6	72.3	88.9	57.1	75.4	65.3
Peso de tara (g)	17.3	17.9	17.1	16.6	17.2	17.2
Peso de agua (g)	9.7	8.3	10.3	6.2	8.4	7.7
Peso de suelo seco (g)	67.3	54.4	71.8	40.5	58.2	49.1
Contenido de humedad (%)	14.40	15.26	14.39	15.31	14.41	15.68
Densidad seca (g/cm ³)	1.767	1.852	1.684	1.745	1.640	1.691

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/02/2022	2.00pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
1/03/2022	2.00pm	24	0.460	0.460	0.38	0.430	0.430	0.36	0.850	0.850	0.71
2/03/2022	2.00pm	48	0.710	0.710	0.59	0.460	0.460	0.38	0.880	0.880	0.73
3/03/2022	2.00pm	72	0.740	0.740	0.62	0.550	0.550	0.46	0.890	0.890	0.74
4/03/2022	2.00pm	96	0.760	0.760	0.63	0.580	0.580	0.48	0.920	0.920	0.767

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.018	3.60			0.010	2.62			0.001	1.52		
0.050		0.027	4.70			0.016	3.36			0.006	2.13		
0.075		0.036	5.80			0.025	4.46			0.012	2.87		
0.100	70.31	0.047	7.15	7.0	9.9	0.031	5.19	5.3	7.5	0.016	3.36	3.4	4.8
0.150		0.058	8.50			0.045	6.91			0.025	4.46		
0.200	105.46	0.067	9.60	10.0	9.5	0.053	7.88	8.2	7.8	0.029	4.95	5.2	4.9
0.250		0.079	11.06			0.065	9.35			0.036	5.80		
0.300		0.091	12.53			0.074	10.45			0.043	6.66		
0.400		0.120	16.06			0.096	13.14			0.059	8.62		
0.500		0.180	23.37			0.120	16.06			0.083	11.55		

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211 - CHILCA

(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : LABGEDTESTVQ2@GMAIL.COM

GEDTEST.V@GMAIL.COM

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICIÓN DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN
Estructura : SUBRASANTE
Fecha de recepción : FEBRERO-2022

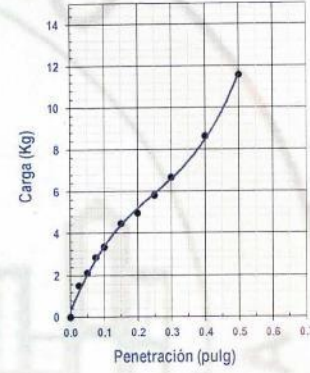
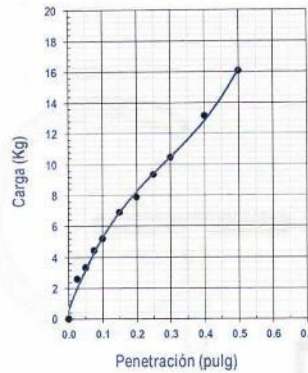
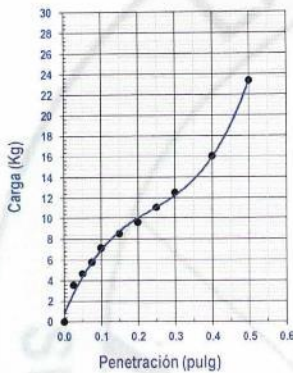
Cantera : 3 DE DICIEMBRE
N° de muestra : MUESTRA N° 01
Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.6% FIBRA DE RAMIO

Norma : NTP-ASTM-MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : MARZO-2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

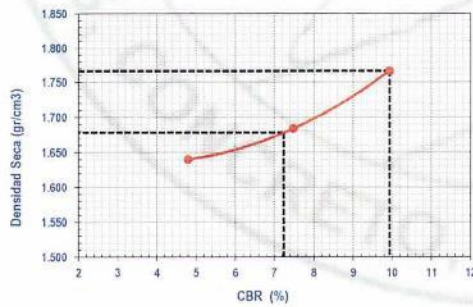
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	9.9 %
CBR (0.2")	9.5 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.767

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	7.5 %
CBR (0.2")	7.8 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.684

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	4.8 %
CBR (0.2")	4.9 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.640



Metodo de compactación : ASTM D1557
 Maxima densidad seca (g/cm³) : 1.767
 Optimo contenido de humedad (%) : 14.4
 95% maxima densidad seca (g/cm³) : 1.678

CBR. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	9.9	0.2"	9.5
CBR. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	7.2	0.2"	7.6

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 9.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.2 (%)

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Suelo con adición de
fibra de Ramio al
0.9%*



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Canteras : 3 DE DICIEMBRE
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL N° de muestra : MUESTRA N° 01
Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.9% FIBRA DE RAMIO
Estructura : SUBRASANTE Fecha de emisión : MARZO-2022
Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

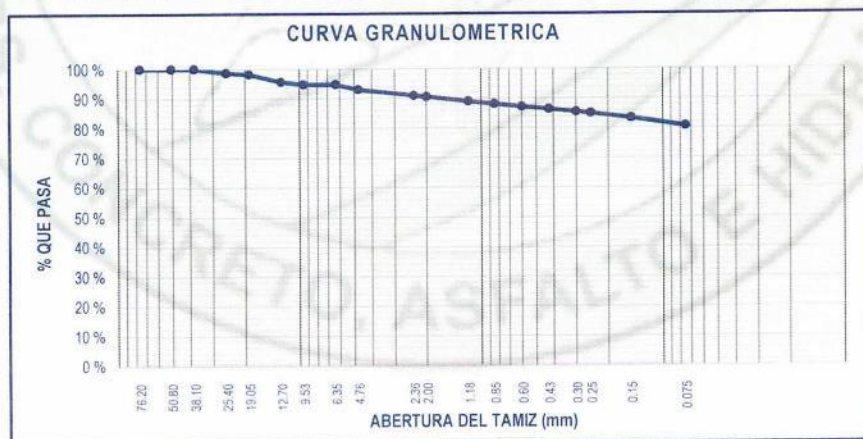
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 (1999)-ASTM D 422-MTC E 107

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	27.70	1.32	1.32	98.68
3/4"	19.05	11.00	0.53	1.85	98.15
1/2"	12.70	53.30	2.55	4.40	95.60
3/8"	9.53	17.60	0.84	5.24	94.76
1/4"	6.35	0.00	0.00	5.24	94.76
N° 4	4.76	36.80	1.76	7.00	93.00
N° 8	2.36	42.80	2.05	9.05	90.95
N° 10	2.00	8.00	0.38	9.43	90.57
N° 16	1.18	32.00	1.53	10.96	89.04
N° 20	0.85	19.10	0.91	11.87	88.13
N° 30	0.60	18.50	0.88	12.76	87.24
N° 40	0.43	17.70	0.85	13.60	86.40
N° 50	0.30	18.20	0.87	14.47	85.53
N° 60	0.25	11.10	0.53	15.00	85.00
N° 100	0.15	33.00	1.58	16.58	83.42
N° 200	0.075	59.30	2.84	19.41	80.59
FONDO		1685.6	80.59	100.00	0.00
TOTAL		2091.70	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	7.00 %
ARENA	12.42 %
FINO	80.59 %
TOTAL	100.00 %

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	A-60
Masa de recipiente (g)	85.20 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	395.95 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	345.10 g
Masa de agua (g)	50.85 g
Masa de suelo seco (g)	259.90 g
Contenido de humedad %	19.57 %



Simbolo del grupo (SUCS)	=	CL
Nombre del grupo (SUCS)	=	ARCILLA LIGERA CON ARENA
AASHTO	=	A-6 (0)

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
 DELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 20606529229

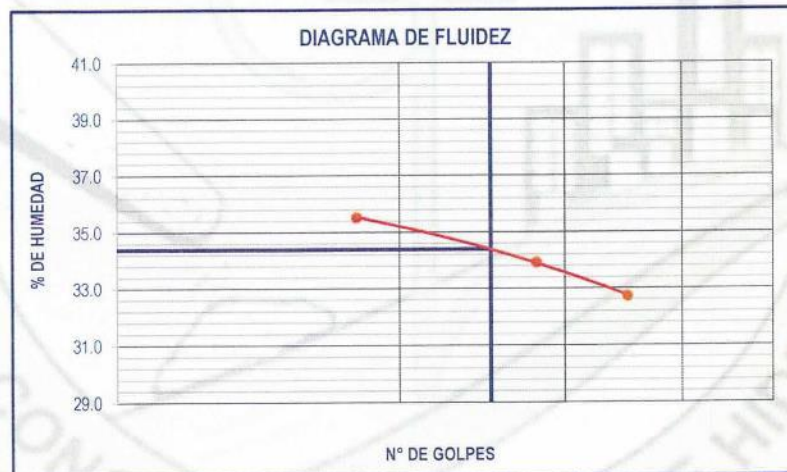
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
 Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Canteras : 3 DE DICIEMBRE
 Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL N° de muestra : MUESTRA N° 01
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.9% FIBRA DE RAMIO
 Estructura : SUBRASANTE Fecha de emisión : MARZO-2022
 Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
NTP 339.129 (2014)-ASTM D 4318-MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	204	123	25	171	10
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	48.60	46.40	40.00	30.90	26.10
Masa cápsula + Suelo seco (g)	40.50	38.70	32.90	28.80	24.50
Masa cápsula (g)	17.70	16.00	11.20	16.80	15.30
Masa del agua (g)	8.10	7.70	7.10	2.10	1.60
Masa del suelo seco (g)	22.80	22.70	21.70	12.00	9.20
Contenido de humedad %	35.53 %	33.92 %	32.72 %	17.50 %	17.39 %
Nro. De golpes	18	28	35	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	34.38

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	17.45

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	16.94

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Proctor Modificado
y Cbr con adición de
fibra de Ramio al
0.9%*



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA

E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM

(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.
FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)

GEOEST.V@GMAIL.COM

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Estructura : SUBRASANTE
Fecha de recepción : FEBRERO-2022
Cantera : 3 DE DICIEMBRE
N° de muestra : MUESTRA N° 01
Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.9% FIBRA DE RAMIO
Norma : NTP-ASTM-MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : MARZO-2022

PROCTOR MODIFICADO
NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,631.0	5,670.0	5,685.0	5,634.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,871.0	1,910.0	1,925.0	1,874.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.960	2.001	2.017	1.964

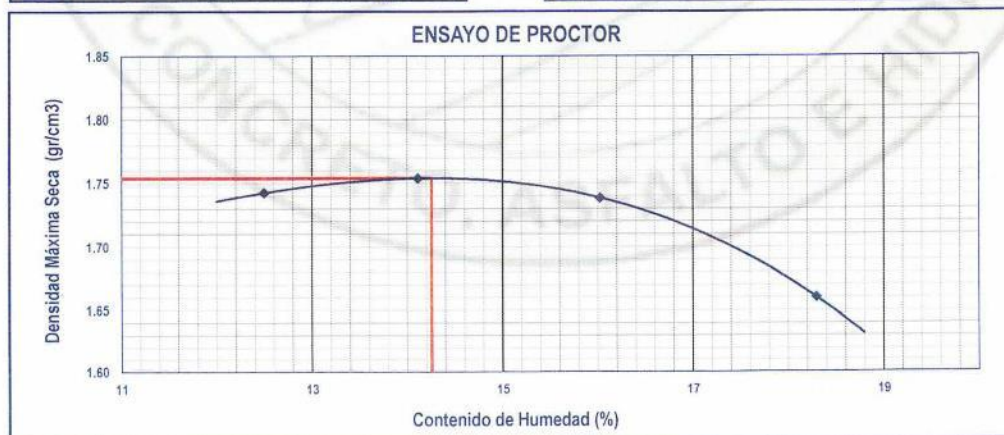
HUMEDAD (%)				
Tara N°	167	174	23	124
Tara + suelo húmedo (gr.)	81.3	72.9	56.0	74.3
Tara + suelo seco (gr.)	74.1	66.0	49.8	65.5
Peso de agua (gr.)	7.2	6.9	6.2	8.8
Peso de tara (gr.)	16.5	17.1	11.1	17.4
Peso de suelo seco (gr.)	57.6	48.9	38.7	48.1
Humedad (%)	12.50	14.11	16.02	18.30
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.743	1.754	1.738	1.660

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.754
Óptimo Contenido de Humedad (%):	14.25

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N° 002-98-INDECOPI-CRT ART. 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como un sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEDTESTVQ2@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEO TEST V@GMAIL.COM
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 20606529229
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICIÓN DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022 **Cantera** : 3 DE DICIEMBRE
Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : MUESTRA N° 01
Peticionario : PEÑALOZA YURI, DELVIS RUSSELL **Clase de material** : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICIÓN 0.9% FIBRA DE RAMIO
Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN **Norma** : NTP-ASTM-MTC
Estructura : SUBRASANTE **Ensayado por** : A.Y.G.
Fecha de recepción : FEBRERO-2022 **Fecha de emisión** : MARZO-2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11240.0	11430.0	11029.0	11262.0	11269.0	11541.0
Peso de molde (g)	6995.0	6995.0	6942.0	6942.0	7366.0	7366.0
Peso del suelo húmedo (g)	4245.0	4435.0	4087.0	4320.0	3903.0	4175.0
Volumen del molde (cm ³)	2118.6	2118.6	2122.3	2122.3	2110.1	2110.1
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.004	2.093	1.926	2.035	1.850	1.979
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	82.9	74.9	72.1	62.6	78.5	63.0
Peso suelo seco + tara (g)	74.6	67.4	64.4	55.8	70.0	55.7
Peso de tara (g)	16.6	17.6	10.4	11.2	10.0	10.4
Peso de agua (g)	8.3	7.5	7.7	6.8	8.6	7.3
Peso de suelo seco (g)	58.0	49.8	54.0	44.6	60.0	45.3
Contenido de humedad (%)	14.25	15.06	14.26	15.25	14.26	16.11
Densidad seca (g/cm ³)	1.754	1.819	1.685	1.766	1.619	1.704

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/03/2022	1.33pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
2/03/2022	1.33pm	24	0.630	0.630	0.53	0.510	0.510	0.43	1.250	1.250	1.04
3/03/2022	1.33pm	48	0.690	0.690	0.58	0.570	0.570	0.48	1.300	1.300	1.08
4/03/2022	1.33pm	72	0.730	0.730	0.61	0.690	0.690	0.58	1.310	1.310	1.09
5/03/2022	1.33pm	96	0.760	0.760	0.63	0.720	0.720	0.60	1.320	1.320	1.100

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.024	4.34			0.008	2.37			0.003	1.76		
0.050		0.039	6.17			0.020	3.85			0.012	2.87		
0.075		0.048	7.27			0.036	5.80			0.016	3.36		
0.100	70.31	0.069	9.84	9.1	13.0	0.042	6.54	7.0	9.9	0.023	4.21	4.5	6.4
0.150		0.088	12.16			0.068	9.72			0.038	6.05		
0.200	105.46	0.143	18.87	18.7	17.7	0.078	10.94	10.9	10.4	0.049	7.39	7.3	6.9
0.250		0.176	22.88			0.087	12.04			0.057	8.37		
0.300		0.226	28.95			0.098	13.38			0.064	9.23		
0.400		0.307	38.76			0.125	16.67			0.079	11.06		
0.500		0.348	43.71			0.160	20.94			0.099	13.50		

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°21 T-CHILCA

E-MAIL : LABGEOESTVQ2@GMAIL.COM

(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)

GEOESTV@GMAIL.COM

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.O

DELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Expediente N° : EXP-41-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN
Estructura : SUBRASANTE
Fecha de recepción : FEBRERO-2022

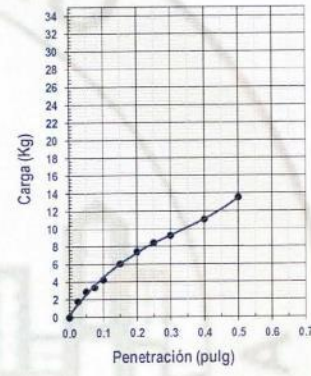
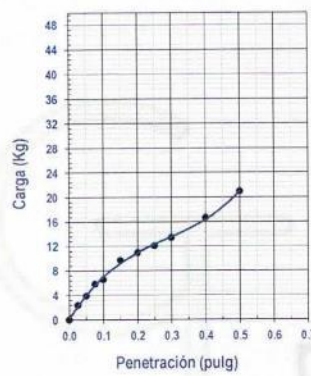
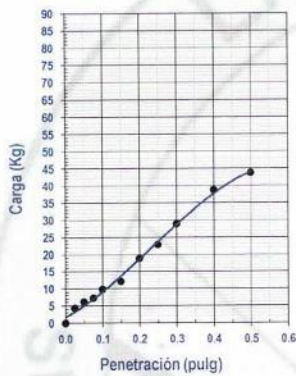
Cantera : 3 DE DICIEMBNRE
N° de muestra : MUESTRA N° 01
Clase de material : ARCILLA LIGERA CON ARENA + ADICION 0.9% FIBRA DE RAMIO

Norma : NTP-ASTM-MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : MARZO-2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

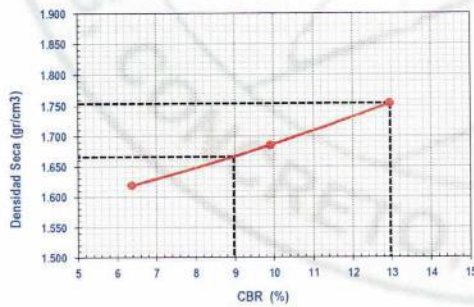
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	13.0 %
CBR (0.2")	17.7 %
Densidad seca (g/cm3)	1.754

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	9.9 %
CBR (0.2")	10.4 %
Densidad seca (g/cm3)	1.685

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	6.4 %
CBR (0.2")	6.9 %
Densidad seca (g/cm3)	1.619



Metodo de compactación : ASTM D1557
 Maxima densidad seca (g/cm3) : 1.754
 Optimo contenido de humedad (%) : 14.3
 95% maxima densidad seca (g/cm3) : 1.666

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 13.0 0.2" 20.5
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 9.0 0.2" 29.0

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13.0 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9.0 (%)

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198164

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAG

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : Jr. GRAU N° 211-CHILCA
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av. Ferrocarril
 cruce con Av. Leoncio Prado)
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C
 RUC : 20606529229
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

ANALISIS DE PH DEL SUELO

ASTM D 4972 – 95a, NTP 339.176, MTC E 129

PROYECTO : ADICION DE FIBRA DE RAMIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
 SOLICITA : PEÑALOZA YAURI, DELVIS RUSSELL
 TRAMO : -
 UBICACIÓN : HUANCAYO - JUNÍN
 MATERIAL : ARCILLA LIGERA CON ARENA
 FECHA DE EMISION: : MARZO-2022

Muestra :	VALOR			
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
SUELO NATURAL	6.6	6.68	6.7	6.7

Interpretación:
 El pH del SUELO NATURAL tiene como grado de acidez: Neutro

Muestra :	VALOR			
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DE 0.3% FIBRA DE RAMIO	6.56	6.62	6.83	6.7

Interpretación:
 El pH del Suelo SUELO NATURAL CON ADICION DE 0.3% FIBRA DE RAMIO tiene como grado de acidez: Neutro

Muestra :	VALOR			
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DE 0.6% FIBRA DE RAMIO	6.92	6.96	6.98	7

Interpretación:
 El pH del Suelo SUELO NATURAL CON ADICION DE 0.6% FIBRA DE RAMIO tiene como grado de acidez: Neutro

Muestra :	VALOR			
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DE 0.9% FIBRA DE RAMIO	7.14	7.11	7.14	7.1

Interpretación:
 El pH del Suelo SUELO NATURAL CON ADICION DE 0.9% FIBRA DE RAMIO tiene como grado de acidez: Neutro



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161