



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación de geosintéticos para mejorar la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachón, Departamento de Pasco, 2018”

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

Autor:

JULIO GUILLERMO YI CUZCANO

Asesor:

Mg. Ing. VARGAS CHACALTANA, LUIS ALBERTO

Línea de investigación:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2018

JORNADA DE INVESTIGACIÓN N° 02
ACTA DE SUSTENTACIÓN

El Jurado encargado de evaluar el Trabajo de Investigación, *PRESENTADO EN LA MODALIDAD DE: DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*

Presentado por Don (a)

JULIO GUILLERMO YI CUZCANO

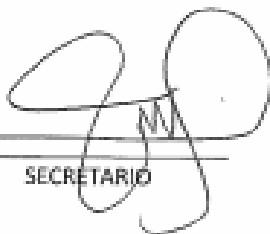
Cuyo Título es:

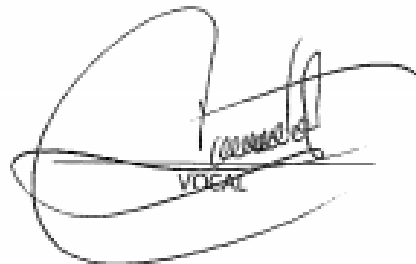
"APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la Resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (número)
BUENO (letra).

Lima, 14 de diciembre, 2018


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCA

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Dedicatoria

“El éxito es la habilidad de ir de fracaso a fracaso sin perder el entusiasmo” Winston Churchill.

A mis padres y hermanos, por ese apoyo incondicional, a mi compañera y esposa e hijos, la familia que forme por ser ese sustento y motivación para seguir y culminar mis objetivos y metas.

Agradecimientos

Al Mg. Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana, ya que sin su perseverancia y guía no me hubiese sido posible culminar este proyecto.

A esos amigos y compañeros que me apoyaron durante la carrera, a los continuaron o se quedaron gracias por su apoyo y amistad.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Julio Guillermo Yí Cuzcano, identificado con DNI N° 40303666, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 14 de diciembre del 2018



Yí Cuzcano, Julio Guillermo

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Aplicación de geosintéticos para mejorar la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachón, Departamento de Pasco, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Yí Cuzcano, Julio Guillermo

ÍNDICE

	Pág.
Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xii
Generalidades	xiii
Resumen	xiv
Abstract	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad Problemática.....	16
1.2. Trabajos previos.....	17
1.2.1. Antecedentes internacionales	17
1.2.2. Antecedentes nacionales	19
1.3. Teorías relacionadas al tema	21
1.3.1. Capacidad portante del suelo.....	21
1.3.1.1. Tipos de falla en los suelos.....	22
1.3.1.2. Teoría de capacidad portante de los suelos	22
1.3.1.3. Factores que afectan la capacidad portante del suelo	22
1.3.1.4. Formula de Terzaghi	22
1.3.2. Pavimento Flexible	23
1.3.2.1. Componentes estructurales del pavimento flexible	23
1.3.2.1.1. Subrasante	24
1.3.2.1.2. Sub-base	24
1.3.2.1.3. Base.....	24
1.3.2.1.4. Capa o carpeta de rodadura.....	24
1.3.2.2. Método AASHTO 93 de Diseño de Pavimentos	24
1.3.2.3. Fallas más frecuentes en pavimentos flexibles.....	24
1.3.2.3.1. Falla por ahuellamiento en la subrasante	25

1.3.2.3.2. Falla por ahuellamiento en la carpeta asfáltica	25
1.3.2.3.3. Agrietamiento por fatiga	26
1.3.3. Geosintéticos	26
1.3.3.1. Campo de aplicación y función de los geosintéticos	27
1.3.3.1.1. Función de protección.....	27
1.3.3.1.2. Función de separación	28
1.3.3.1.3. Función de filtración y control de erosión	28
1.3.3.1.4. Función de drenaje.....	28
1.3.3.1.5. Función de refuerzo	29
1.3.3.2. Clasificación de los geosintéticos	30
1.3.3.2.1. Geomembranas	30
1.3.3.2.2. Geocompuestos.....	31
1.3.3.2.3. Geoceldas	31
1.3.3.2.4. Geomallas.....	32
1.3.3.2.5. Geotextil.....	34
1.3.3.3. Ventajas y desventajas de la utilización de geosintéticos	36
1.4. Formulación del problema	37
1.4.1. Problema general	37
1.4.2. Problema específico 1	37
1.4.3. Problema específico 2	38
1.4.4. Problema específico 3	38
1.5. Justificación del estudio	38
1.5.1. Justificación teórica	38
1.5.2. Justificación practica.....	38
1.5.3. Justificación metodológica	38
1.6. Hipótesis.....	39
1.6.1. Hipótesis general.....	39
1.6.2. Hipótesis específica 1.....	39
1.6.3. Hipótesis específica 2.....	39
1.6.4. Hipótesis específica 3.....	39
1.7. Objetivos	39
1.7.1. Objetivo general.....	39
1.7.2. Objetivo específico 1	39

1.7.3. Objetivo específico 2	39
1.7.4. Objetivo específico 3	40
II. MÉTODO	40
2.1. Tipo de investigación.....	40
2.2. Enfoque	40
2.3. Nivel	40
2.4. Diseño de investigación	40
2.5. Variables, operacionalización	40
2.5.1. Variable	40
2.5.1.1. Variable dependiente.....	41
2.5.1.2. Variable independiente.....	41
2.5.2. Operacionalización de las variables.....	41
2.6. Población y muestra.....	44
2.6.1. Población	44
2.6.2. Muestra.....	44
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
2.7.1. Técnicas de recolección de datos.....	44
2.7.2. Instrumentos	44
2.7.3. Validez	44
2.7.4. Confiabilidad	44
2.8. Método de análisis de datos	45
2.8.1. Ensayo de laboratorio de geosintéticos	45
2.8.2. Clasificación de suelos.....	45
2.8.2.1. Sistema de clasificación AASHTO.....	45
2.8.2.2. Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS.....	46
2.8.3. Ensayos de laboratorio de suelos	47
2.8.3.1. Ensayo de análisis granulométrico por tamizado	48
2.8.3.2. Ensayo de Límites de Atterberg	48
2.8.3.3. Ensayo de Proctor Modificado	49
2.8.3.4. Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)	49
2.9. Aspectos éticos	49
III. RESULTADOS.....	49
3.1. Generalidades del proyecto	49

3.1.1. Ubicación geográfica del proyecto	49
3.1.2. Descripción de la Carretera Ninacaca - Huachón.....	49
3.1.3. Estudio del trafico	51
3.1.4. Hidrología y drenaje	52
3.1.5. Perfil estratigráfico.....	53
3.1.6. Napa freática.....	54
3.1.7. Sección transversal de la vía.....	54
3.2. Trabajo de campo	56
3.2.1. Calicatas de exploración.....	56
3.3. Resultados de los ensayos realizados a las muestras	57
3.3.1. Resultados de los ensayos de Análisis Granulométrico por Tamizado	57
3.3.2. Resultado de los ensayos de Limites de Atterberg	58
3.3.3. Resultados de los ensayos de Proctor Modificado.....	59
3.3.4. Resultados de los ensayos de CBR´s sin refuerzo	59
3.3.5. Resultados de los ensayos de CBR´s con refuerzo	60
IV. DISCUSIONES	62
V. CONCLUSIONES	64
VI. RECOMENDACIONES	65
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66
VIII. ANEXOS	69
8.1. Matriz de consistencia	70
8.2. Ficha técnica del geotextil no tejido	72
8.3. certificados de ensayos de laboratorio	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Campo de aplicación de los geosintéticos	29
Tabla 2.1. Matriz de operacionalización de la Variable Dependiente	42
Tabla 2.2. Matriz de operacionalización de la Variable Independiente.....	43
Tabla 2.3. Sistema de clasificación de suelos AASHTO	46
Tabla 2.4. Sistema de Clasificación de Suelos Unificados (SUCS)	46
Tabla 2.5. Ensayos de Suelos para Carreteras	48
Tabla 3.1. Tramos de la carretera en los centros poblados	51
Tabla 3.2. Tramos de estaciones de conteo E-1 y E-2	51
Tabla 3.3. Cuadro Origen - Destino	52
Tabla 3.4. Precipitación mensual Estación Chaupimarca	53
Tabla 3.5. Resultados de los Ensayos de Granulometría por Tamizado	57
Tabla 3.6. Resultados de los Ensayos de Límites de Atterberg.....	58
Tabla 3.7. Resultados del Ensayo de Proctor Modificado Calicatas 1,2 y 3.....	59
Tabla 3.8. Resultados del Ensayos de CBR sin refuerzo	59
Tabla 3.9. Resultados del Ensayos de CBR con refuerzo	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Componentes estructurales del pavimento flexible	23
Figura 1.2. Falla por ahuellamiento en la sub-rasante	25
Figura 1.3. Ahuellamiento por falla en la carpeta asfáltica.....	25
Figura 1.4. Agrietamiento por fatiga.....	26
Figura 1.5. Geosintético como protección de talud enrocado	27
Figura I.6. Geosintético como separador de materiales granulares y finos.....	28
Figura 1.7. Geosintético como drenaje de líquidos	28
Figura 1.8. Geosintético como refuerzo de suelos.....	29
Figura 1.9. Geomembranas	30
Figura 1.10. Geodren Planar.....	30
Figura 1.11. Geodren Circular	31
Figura 1.12. Geoceldas.....	31
Figura 1.13. Geomalla Uniaxial.....	32
Figura 1.14. Geomalla Biaxial.....	32
Figura 1.15. Geomalla Multiaxial.....	33
Figura 1.16. Láminas de geotextil	34
Figura 3.1. Ubicación satelital del área de investigación.....	49
Figura 3.2. Secciones tipo de plataforma en general	54
Figura 3.3. Secciones tipo de la plataforma en zona urbana	54
Figura 3.4. Secciones tipo de las plataformas en el túnel	55

GENERALIDADES

Título:

Aplicación de geosintéticos para mejorar la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.

Autor:

Julio Guillermo Yi Cuzcano

Asesor:

Mg. Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana

Tipo de Investigación:

Aplicativa

Línea de investigación:

Diseño de infraestructura vial

Localidad:

Ninacaca – Huachón, Provincia de Pasco.

Duración de la investigación:

Mes de inicio: abril de 2018

Mes de finalización: diciembre de 2018

RESUMEN

Aplicación de geosintéticos para mejorar la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.

Mediante esta investigación se espera determinar de qué manera influye la aplicación de geosintéticos en la mejora de la resistencia de la carretera Ninacaca-Huachón en el departamento de Pasco, para tal efecto se obtuvo del Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2014), la metodología AASTHO para pavimentos reforzados, además en el trabajo de campo con la ficha de recolección de datos se corroboró las características más relevantes de la vía y se realizó los ensayos para conocer el tipo de suelo, así como determinar el método más eficiente para el dimensionamiento de la estructura de la carretera.

Luego de contrastar los valores obtenidos con los resultados encontrados por otros autores, como resultados de la investigación de acuerdo a la aplicación de geosintéticos, se obtuvo del estudio una mejora en la capacidad portante de la carretera teniendo en cuenta el aspecto ambiental, al emplear el uso de geosintéticos genera una menor emisión de CO₂ de las maquinarias, el cual difiere significativamente comparado con el diseño tradicional AASTHO 93.

En el presente estudio se analiza el uso de geotextiles para el reforzamiento y estabilización de suelos de baja capacidad portante en la carretera Ninacaca – Huachón, los geosintéticos, (geotextiles,) son los encargados de absorber los esfuerzos de tracción generados, la estabilidad se produce entre el suelo y el elemento de refuerzo. También se presenta una recopilación de las propiedades, características, funciones y usos de los geosintéticos que se utilizan en el campo de la ingeniería.

Palabras claves: Geosintéticos, Refuerzo, Separación, Estabilización, Estudio de Suelos.

ABSTRACT

Application of geosynthetics to improve the carrying capacity of the road Ninacaca - Huachón, department of Pasco, 2018.

Through this research, it is expected to determine how the application of geosynthetics influences the improvement of the Ninacaca-Huachón highway resistance in the department of Pasco, for this purpose it was obtained from the Highway Manual, Soils and Pavements section (MTC, 2014), the AASTHO methodology for reinforced pavements, in addition in the field work with the data collection card, the most relevant characteristics of the road were corroborated and the tests were carried out to know the type of soil, as well as to determine the most efficient method for the sizing of the road structure.

After comparing the values obtained with the results found by other authors, as results of the investigation according to the application of geosynthetics, the study obtained an improvement in the bearing capacity of the road taking into account the environmental aspect, when using the use of geosynthetics generates a lower CO2 emission from the machinery, which differs significantly compared to the traditional AASTHO 93 design.

In the present study, the use of geotextiles is analyzed for the reinforcement and stabilization of low bearing capacity soils on the Ninacaca - Huachón highway; the geosynthetics (geotextiles) are responsible for absorbing the traction efforts generated, stability occurs between the floor and the reinforcement element. A compilation of the properties, characteristics, functions and uses of the geosynthetics used in the field of engineering is also presented.

Keywords: Geosynthetics, Reinforcement, Separation, Stabilization, Soil Study.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad problemática.

A nivel mundial, el hombre ha venido buscando diversas mejoras en sus procesos de comunicación entre los pueblos. Para ello, ha ido evolucionando la tecnología en favor de los procesos de construcción de carreteras tal es así que en países como Estados Unidos, Canadá, Japón los pueblos y ciudades más apartados cuentan con acceso vial terrestre de calidad, mejorando su estatus social y económico.

Los estudios establecen que el país con un claro desarrollo en infraestructura vial dentro de la región Sudamericana es Chile, esto se debe a que sus autoridades entendieron que uno de los pilares para desarrollarse como país es teniendo más y mejores carreteras que puedan conectar los distintos pueblos del interior y esto se puede notar en su desarrollo económico.

Todos sabemos que la sierra del país es vapuleada por fuertes lluvias que causan deslizamientos de piedras y lodos, siendo las carreteras el único acceso a la sierra y selva central del país, son alteradas por acción de la erosión que produce el agua. Es por ello que en este estudio se propone el uso de geosintéticos como alternativa viable debido a que otorga a la estructura del pavimento mayor durabilidad y resistencia a las sobrecargas y climas adversos.

El mal estado y deficiente mantenimiento de las vías que une los distritos de Ninacaca y Huachón en Pasco, esto sumado al desinterés por parte de los gobiernos de turno, no han permitido un mejor u óptimo desarrollo económico, social y educativo de los poblados que se encuentran alejados de la zona urbana. Es por ello que se requiere obras viales durable de calidad técnica y económica.

Los geosintéticos se han utilizado en obras de ingeniería civil en otros países desde hace mucho tiempo, pero su uso en las carreteras del Perú ha sido escaso o nulo, esto debido a la falta de información técnica y económica de las autoridades, ya que sus aplicaciones en obras viales reducen los costos de construcción y garantizan una mayor durabilidad de las carreteras. Este trabajo de investigación pretende analizar el uso de geosintéticos como refuerzo de la carretera y presentarlo como una alternativa de construcción viable.

1.2. Trabajos previos.

1.2.1. Antecedentes internacionales.

En la investigación de Rojas, M. (2018), en su tesis titulada “Suelo reforzado con geosintéticos: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto”, trabajo de grado precedente para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad de Cuenca – Ecuador.

Cuyo objetivo es:

Investigar la conducta del suelo reforzado con geosintéticos a través del análisis de la interrelación entre el volumen de suelo confinado y su respuesta frente a esfuerzos.

Obteniendo los siguientes resultados:

Se utilizó un geotextil no tejido denominado NT1600 con una resistencia a la tensión de 450 N para determinar su resistencia máxima a la compresión máxima que puede alcanzar el suelo, se realizaron un total de 21 ensayos, en 2 de ellos sólo se ensayaron muestras de suelo sin refuerzo. El resto de ensayos se fueron variando tanto los diámetros como el número de capas de geotextil NT1600. Casi todos los ensayos con suelos reforzados mostraron un aumento en la resistencia a la compresión simple del material. Donde de diecinueve ensayos cuatro mostraron un incremento de resistencia muy bajo o nulo.

También podemos adicionar que cuando el número de capas de geosintético aumenta, la resistencia del suelo reforzado también se ve incrementada. Por otra parte, se notó que a medida que se disminuye el diámetro del refuerzo, manteniendo constante el número de capas de geotextil NT1600, la resistencia del material disminuye. La disminución en la resistencia es más evidente cuando las capas de geotextil son inferiores a 5; la resistencia disminuye.

Según Gavilanes, N. (2012), en su trabajo titulado “Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintético aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua – La Maná”, disertación de grado para la obtención de título de Ingeniería Civil, en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Ecuador.

Cuyo objetivo es:

Analizar el diseño estructural del pavimento tradicional y el diseño estructural del pavimento reforzado con geomalla bi-orientada aplicándolo a un tramo de la carretera Latacunga – Zumbahua – La Mana.

Obteniendo los siguientes resultados:

En la subrasante, del tramo del análisis, se determinó que el suelo predominante limo arenosos (ML) de acuerdo a la clasificación SUCS, de coloración café oscuro, además se notó presencia de arenas limosas (SM) y en cuanto al sistema de clasificación AASHTO se estableció un material tipo A-4, e índice de grupo menor a 1, el cual corresponde a suelos de baja capacidad portante (CBR 5,25%) como fundación.

Se usó a nivel de sub-rasante un geotextil no tejido que sirvió como separador de materiales junto con una geomalla para permitir que el material granular trabaje como dren ocasionando el aumento en la resistencia en la estructura del pavimento flexible.

Se determinó mediante las pruebas que el pavimento reforzado presento bajas deformaciones y aumento la rigidez de las distintas capas de la estructura del pavimento flexible, en comparación con una estructura del diseño tradicional, por consiguiente, el uso del geotextil junto con la geomalla en la sub-rasante aporta estabilidad a la estructura, reduce los espesores de las capas y un ahorro el material granular en un 30%.

Según Hueto, A. y Montoya, A. (2017), en su trabajo titulado “Adición de geotextil tejido T-2400 a la estructura intrínseca de diferentes tipos de materiales para rellenos”, tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil, realizado en la Universidad de Cartagena – Colombia.

Cuyo objetivo es:

Analizar la conducta mecánica de los diversos materiales de relleno, mediante la incorporación de geotextil tejido T2400 en forma de fibras a su macro-estructura, para mejorar sus propiedades mecánicas, al ser usados en capas de relleno.

Obteniendo los siguientes resultados:

Se concluyó que los materiales objeto de estudio se clasifican según el Sistema Unificado y la AASTHO en: Arcilla de Alta plasticidad (CH, A-7-6), Arena Mal Gradada (SP, S - 3), Arena Arcillosa (SC, A-2-7), respectivamente.

Para los CBR se observó que para una adición aproximada entre 14% y 15% en relación al volumen de geotextil tejido T-2400, se alcanzaron los mayores valores de resistencia para todos los materiales utilizados en este trabajo, para el caso de la zahorra que tuvo un CBR de 32,6%, para la arena fue 24,4% y para la arcilla de 4,0%, lo cual presento un aumento en el CBR para la zahorra de 4.8%, para la arena significo un aumento del 14.55 % y para la arcilla del 48.5%.

El aumento en el CBR para el caso del material tipo zahorra no es representativo para dar una variación en el espesor de las capas de pavimento, por esta razón no es viable reforzar este material con este tipo de geotextil.

En el material tipo arena el aumento en el CBR es más representativo que en la zahorra, pero no justifica económicamente la adición de fibra de geotextil para el aumento de su capacidad.

Aunque en el material tipo arcilla el aumento del CBR alcanza casi el 50%, al realizar el diseño de pavimento se obtuvo una reducción en el espesor de 0.25cm en la capa concreto, pero al incluir la fibra de geotextil en el análisis de precios unitarios, el metro cuadrado de pavimento aumenta significativamente, lo cual lo vuelve innecesario y poco económico.

La adición de fibra de geotextil T2400 no es rentable en ninguno de los materiales que fueron objeto de estudios ya que el aumento en los CBR´s es mínima y el aumento de la utilización de este material es muy alto.

1.2.2. Antecedentes nacionales.

Según Sicha, G. (2018), en su trabajo de investigación titulado “Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Teniendo como objetivo:

Proporcionar una idea general respectó al diseño para separación y filtración con el uso de geotextil y geomalla para refuerzo aplicando diversos métodos de diseño y evaluando su impacto económico y técnico con el uso de estos materiales.

Obteniendo las siguientes conclusiones:

Se usó un geotextil GT320P para la función de separación, cumpliendo los parámetros de diseño por especificación y diseño por función.

Para la función de refuerzo se utilizó la geomalla triaxial TX160, aplicándola para la optimización del pavimento. Obteniendo resultados positivos respecto al diseño convencional y se obtuvo respecto al diseño convencional más de 20% de serviciabilidad.

Según Chorres, M. (2017), en su investigación titulada “Uso de geotextiles para la mejora del suelo de las cimentaciones superficiales en suelos arenosos Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla”, trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada César Vallejo.

Teniendo como objetivo:

Establecer que la utilización de geotextiles en cimentaciones superficiales incrementara la resistencia del suelo en terrenos de composición arenosa con parámetros bajos de resistencia.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

Se determinó en el ensayo del CBR con adición de geotextil resultados positivos, en un punto medio obteniendo 34.0% en comparación del 30.2% del CBR sin geotextil teniendo una mejora de 4%.

Se logró determinar que el geotextil su función principal es la de recibir los esfuerzo por tracción y por flexión, distribuyéndolo en su plano logrando mejorar la resistencia y calidad del suelo soportando cargas adicionales sin presentar fallas dentro del rango.

Según Núñez, A. (2016), en su trabajo de investigación “Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geo-sintéticos”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

Teniendo como objetivo:

Evaluar las propiedades físico-mecánicas de la carretera con la aplicación de geosintéticos, reduciendo las dimensiones en las capas de la estructura y así lograr una optimización en el tiempo y costo de ejecución, analizando positiva y negativamente las consecuencias que su uso genera a lo largo del tiempo.

Obteniendo los resultados siguientes:

Se usó la geomalla biaxial Mac Grid EGB 40, el cual tiene las características ideales para realizar la función de refuerzo en la sub base debido a que trabaja en dos direcciones, obteniendo asimismo una capa de mejor funcionalidad estructural y calidad.

En la capa granular de la sub base aplicando la geomalla, se logró una disminución de hasta 20cm, lo que conlleva a una reducción en costos y tiempo de ejecución de 22.15% y 5.5% respectivamente.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Capacidad portante.

Se conoce como la resistencia del suelo para tolerar las presiones y cargas de tal manera que no se generen fallas en su estructura y esto está basado a ciertos criterios funcionales.

“La capacidad de carga en suelos, es la resistencia que presenta un suelo a la deformación ocasionadas por las cargas del tránsito y esto obedece tanto de su densidad como de su humedad, así como la resistencia a la presión cortante del suelo que la constituye” (Durand M., 2015).

Para poder hallar la capacidad portante de un suelo, es necesario tener conocimientos matemáticos e interpretar correctamente las teorías relacionadas con la mecánica de suelos.

1.3.1.1. Tipos de falla en los suelos.

Las fallas en los suelos se producen cuando su capacidad de resistencia a las cargas es superada y estos se dan por cortante.

- Corte por rotura general: Se presentan en arcillas rígidas y arenas densas.
- Corte por rotura local: Se presentan en arenas medias, flojas y en arcillas suaves.
- Corte por punzonamiento: Se presentan por cortes alrededor de la cimentación.

1.3.1.2. Teorías de capacidad de portante de los suelos.

Tenemos diversas teorías para hallar la capacidad portante de un suelo y están se basan en función de las propiedades y/o características físicas y mecánicas de los suelos, en base a la teoría de plasticidad; Entre ellos tenemos a:

- Teoría de Terzaghi.
- Teoría de Prandtl.
- Teoría de Skempton.
- Teoría de Hill.
- Teoría de Zaevaert.
- Teoría de Mayerhof.

1.3.1.3. Factores que afectan la capacidad portante del suelo.

Entre las múltiples causas que afectan la capacidad portante de la estructura del suelo tenemos los siguientes:

- Efectos de retracción y expansión del suelo.
- Licuefacción de los suelos por la acción de cargas dinámicas.
- La proximidad del nivel freático.
- La aplicación de cargas inclinadas o excéntricas.
- Fallas y defectos del subsuelo.
- Efectos de erosión y corrosión en el suelo.

1.3.1.4. Fórmula de Terzaghi.

Esta fórmula se aplica para la calcular el esfuerzo máximo que soportaría una superficie a las cargas verticales y está dada por:

$$\frac{P_u}{b} = q N_q + C N_c + \frac{\gamma b}{2} N_\gamma$$

Donde:

P_u = Carga vertical máxima por unidad de longitud.

b = Ancho transversal de la cimentación.

q = Sobrecarga sobre el terreno adyacente a la cimentación.

N_q = Coeficientes dependientes de ángulo de rozamiento interno.

C = Cohesión del terreno.

γ = Peso específico del terreno.

1.3.2. Pavimentos Flexibles.

Se constituyen mediante una estructura de capas no rígidas, las cuales se apoyan sobre el terreno natural el cual ha sido mejorado y compactado de acuerdo a las necesidades individuales de cada proyecto.

1.3.2.1. Componentes estructurales del pavimento flexible.

Los componentes estructurales del pavimento flexible son aquellos que le dan la firmeza, comodidad y durabilidad a la vía a través de los años. (Figura 1.1.), son los encargados de recibir, repartir y resistir las cargas ocasionados por el tránsito de vehículos y están constituidos por las capas siguientes: capa de rodadura, base y sub base.

En cualquier obra vial es primordial conocer cada uno de los parámetros del terreno o suelo donde se va a proyectar la carretera, para ello se realizan estudios de suelos lo que nos garantiza la calidad del material en donde se va a asentar la vía, caso contrario de no realizar el respectivo estudio, la vía podría presentar fallas o incluso el colapso de la misma.



Figura 1.1. Componentes estructurales del pavimento flexible.

Fuente: google.com.pe

1.3.2.1.1. Subrasante.

Capa de terreno natural, donde se va a apoyar y soportar todas capas de la estructura del pavimento flexible, de su resistencia y capacidad de soporte dependerá el espesor que tendrá la estructura del pavimento. Se le conoce también como la cimentación del pavimento.

1.3.2.1.1. Sub-base.

Capa del pavimento flexible de material pétreo cuya función es la de resistir las capas superiores de la capa base y la capa o carpeta asfáltica y a la que le asignan otras funciones complementarias como drenaje. Esta capa se podría obviar dependiendo del dimensionamiento del pavimento en base a los estudios realizados al suelo.

1.3.2.1.3. Base.

Capa de material pétreo dispuesta debajo de la capa o carpeta asfáltica, sobre la capa de la sub-base y la capa subrasante, cuya función es principal es absorber, distribuir y resistir la mayor parte de las cargas verticales del pavimento flexible.

1.3.2.1.4. Capa o carpeta de rodadura.

Es la capa superior de la estructura del pavimento flexible formado por mezclas bituminosas que proporciona la resistencia al deslizamiento, impide la penetración del agua a las capas inferiores.

1.3.2.2. Método AASHTO 93 de diseño de pavimentos flexible.

Es el método más usado para el diseño de estructuras de pavimentos flexibles debido a su versatilidad, para lo cual emplea una ecuación donde se obtiene un parámetro indicado como número estructural (SN), el cual sirve para determinar el espesor de las distintas capas que conformaran la estructura del pavimento flexible en función de unas variables de diseño tales como el índice de serviciabilidad, la confiabilidad, el tránsito, la desviación estándar, entre otros.

1.3.2.3. Fallas más frecuentes en pavimentos flexibles.

Hay que considerar que las fallas no solo se presentan por el cambio de temperatura, también es causada por una falla estructural de sus diferentes capas que la componen. Esto se debe

generalmente a un error de cálculo estructural de la vía, mala calidad del material empleado, mal procedimiento de construcción, entre otros.

1.3.2.3.1. Falla por ahuellamiento en la subrasante.

Esta falla es causada por el excesivo esfuerzo de las capas interiores bajo la carpeta asfáltica. (Figura I.2.), Si bien los materiales rocosos pueden disminuir en parte este tipo de falla, es considerado un problema estructural, más que de los materiales en sí. En principio, la estructura del pavimento no tiene la suficiente resistencia la fuerza aplicada. Esto podría ser ocasionado por la intrusión de humedad. La deformación acontece en las capas inferiores de la estructura del pavimento, más que en las capas de asfalto.

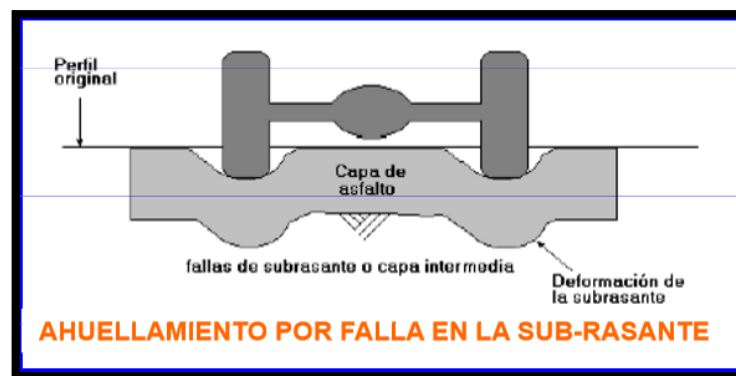


Figura I.2. Falla por ahuellamiento en la sub-rasante.

Fuente: google.com.pe

1.3.2.3.2. Falla por ahuellamiento en la carpeta asfáltica.

Esta falla es la que más preocupa a los diseñadores de mezclas asfálticas, el cual se da por la baja resistencia a la presión causada por el rodamiento ocasionando la deformación de la carpeta asfáltica. (Figura I.3.). Una mezcla insuficiente va acumulando pequeñas, deformaciones a cada paso de los vehículos ocasionando el deslizamiento lateral de la mezcla asfáltica.

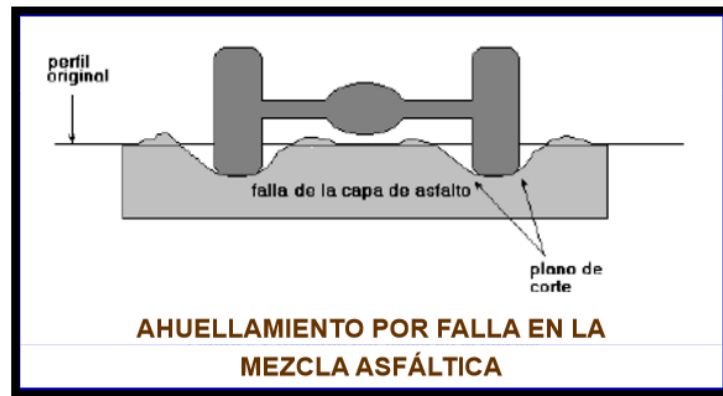


Figura I.3. Ahuellamiento por falla en la carpeta asfáltica.

Fuente: google.com.pe

1.3.2.3.3. Agrietamiento por fatiga.

Las constantes repeticiones de carga pueden inducir agrietamientos en la capa de la carpeta asfáltica. (Figura I.4.). Las deformaciones constantes y los esfuerzos de tensión de las capas confinadas, originan la formación de micro grietas y estas con la repetición de cargas generar grietas más visibles. A este proceso se le conoce fatiga de la carpeta asfáltica.



Figura I.4. Agrietamiento por fatiga.

Fuente: google.com.pe

1.3.3. Geosintéticos.

Son materiales a base de polímeros naturales o sintéticos que se presentan de forma plana laminar o mediante una estructura tridimensional que tienen propiedades mecánicas e hidráulicas y en contacto con ciertos tipos de suelos mejoran las propiedades mecánicas las cuales son útiles para hacer viable la realización de proyectos de ingeniería civil y geotécnica en condiciones o circunstancias adversas.

“Los geosintéticos dentro de las obras civiles, forman 3 grupos en cuanto se refiere a su aplicación. Son usados principalmente como separación, refuerzo y mejoramiento de suelos, también como drenaje y filtración de sólidos y como barrera impermeabilizante que prevenga el movimiento del líquido” (Koerner, 2012).

Las razones principales de sus usos dentro de la ingeniería civil son las que siguen:

- Su calidad al momento de ser manufacturados.
- Su rápida instalación.
- Pueden reemplazar materias primas.
- Su uso requerido en algunos casos
- Su uso ha permitido la realización de diseños antes imposibles.
- Su costo es cómodo, comparado con suelos u otros materiales de construcción.
- Su huella de carbono es baja comparada con otras soluciones.

“Los campos de la ingeniería en los que más se usan los geosintéticos son transporte, geotecnia, hidráulica, así como también es aplicable para aguas subterráneas. Los materiales de los que se obtiene el geosintético son principalmente de la industria del plástico, generalmente llamados geo-polímeros” (Koerner, 2012).

1.3.3.1. Campo de aplicación y función de los geosintéticos

Los campos de aplicación y función de los distintos geosintéticos tienen sus usos en muchas de las áreas dentro de la ingeniería civil y geotecnia gracias a las diversas funciones que nos ofrecen como: obras hidráulicas, obras viales, control de la erosión y otros.

1.3.3.1.1. Función de protección.

“El uso de los geosintético protege y reduce la degradación de pavimentos de roturas o punzamientos por elementos cortantes como raíces. (*Figura 1.5.*)

En esta función de protección el material debe contar con los parámetros siguientes:

- Resistencia al punzonamiento.
- Resistencia a la perforación.
- Espesor adecuado que actuara como colchón para protección de la geomembrana.



Figura I.5. Geosintético como protección de talud en enrocado.
Fuente: GEOTEXAN.COM

1.3.3.1.2. Función de separación.

La función impide que los suelos con diferentes propiedades o granulometría se mezcle o contaminen, permite el paso de fluidos a través del geosintético. (Figura I.6.).

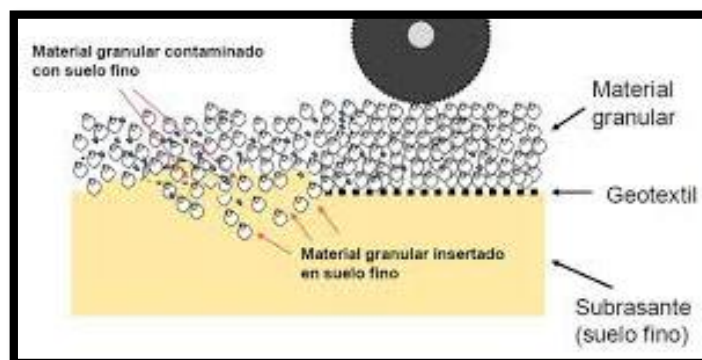


Figura I.6. Geosintético como separador de materiales granulares y finos.
Fuente: google.com.pe

1.3.3.1.3. Función de filtración y Control de Erosión.

Esta función es la propiedad del material para retener ciertas partículas y al mismo tiempo que permite el paso de fluidos garantizando su estabilidad hidráulica.

1.3.3.1.4. Función de drenajes.

Esta función de drenaje es el proceso por el cual el geosintético permite el paso de los fluidos por su plano y de esta manera se efectúa su eliminación sin producir la pérdida del material fino. (Figura I.7.).

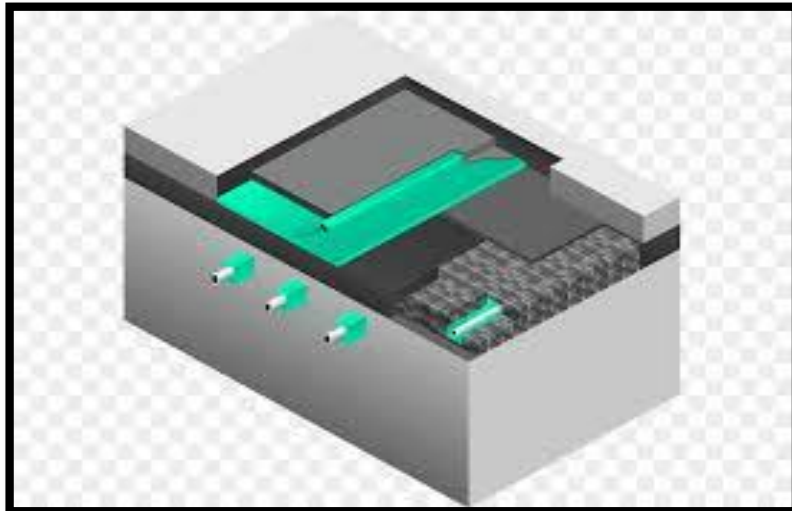


Figura I.7. Geosintético como drenaje de líquidos.
Fuente: google.com.pe

1.3.3.1.5. Función de refuerzo.

En esta función el material geosintético trabaja como un elemento de refuerzo dentro de la estructura del pavimento mejorando su resistencia mecánica a la deformación, disminuyendo y disipando las cargas que actúan sobre el terreno. (Figura I.8.).

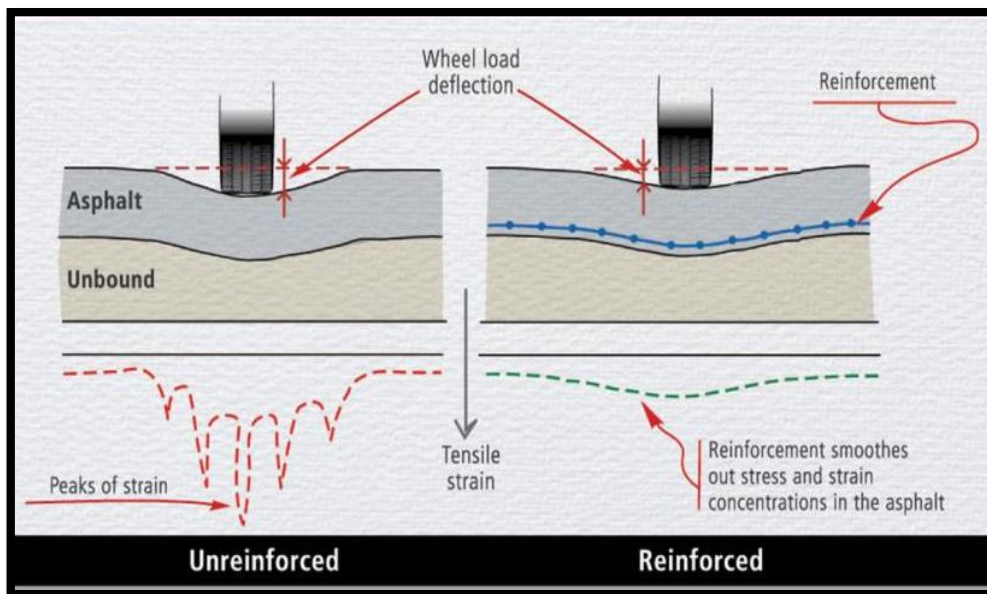


Figura I.8. Geosintético como refuerzo de suelos.
Fuente:INTEREMPRESAS.NET

Tabla 1.1. Campo de aplicación de geosintéticos.

Campos de aplicación	Separación	Filtración	Refuerzo	Drenaje	Protección	Barrera
Caminos						
Reasfalto						
Construcciones ferroviarias						
Construcciones hidráulicas						
Drenajes						
Campos deportivos						
Terraplenes						
Drenajes verticales						
Muros de contención						
Túneles						
Depósitos de líquidos y desechos						

Fuente: TEXDELTA.COM

1.3.3.2. Clasificación de los geosintéticos

Estos se clasifican de acuerdo a su campo de aplicación en geomembranas, geocompuestos, geoceldas, geomallas y geotextiles, en forma individual o mediante la unión de dos o más componentes de acuerdo a sus características y cualidades de cada uno.

1.3.3.2.1. Geomembranas.

Son materiales laminares de muy baja permeabilidad (*Figura 1.9.*), que se obtienen por un proceso de fabricación de polímeros como el PVC y el HDPE, se puede realizar la unión entre laminas por medio de extrusión o fusión química o térmica se caracterizan por su gran resistencia a los agentes químicos, resultando una alternativa eficiente y económica para impermeabilizar proyectos mineros y civiles.



Figura 1.9. Geomembrana.

Fuente: google.com.pe

1.3.3.2.2. Geocompuestos.

Son materiales diseñados concretamente donde se requiere la estabilización de suelos además de reforzar, separar y drenar un suelo fino de una base granular (Figura I.10 y I.11.), el cual consta de dos componentes básicos: material filtrante, que impedirá el arrastre de las partículas de suelo que provocaría su colmatación y consecuente pérdida de flujo y el material drenante, el cual conducirá las aguas de infiltración y percolación. Resistentes a los agentes y factores químicos, biológicos y térmicos presentes en el suelo. Estos materiales pueden ser usados para aplicaciones horizontales o verticales, sin afectar el desempeño e integridad de la estructura, se presentan en forma tubular o planar.

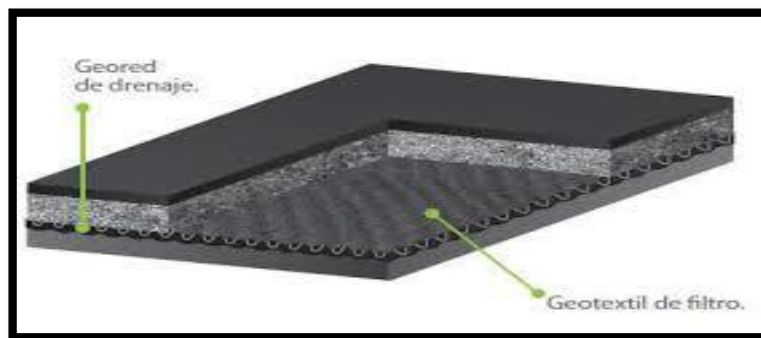


Figura I.10. Geodren Planar.
Fuente: Manual Pavco, 2016

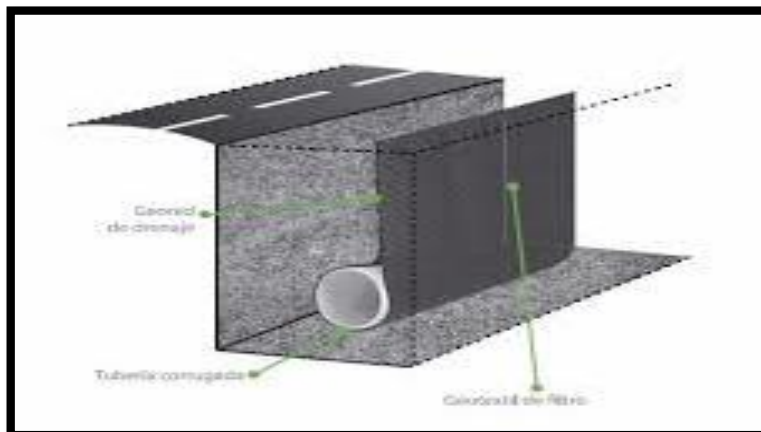


Figura I.11. Geodren Circular.
Fuente: Manual Pavco, 2016.

1.3.3.2.3. Geoceldas

Es un producto tridimensional fabricado a partir de materiales como el polietileno o polipropileno y soldados mediante ultrasonido, de esta manera logra confinar los materiales granulares con el propósito de mejorar la resistencia o capacidad de carga de un suelo sin

ocasionar contaminación y beneficiando al entorno ecológico, son resistentes a los agentes y factores químicos, biológicos y térmicos presentes en el suelo. (Figura I.12.).



Figura I.12. Geoceldas.
Fuente: google.com.pe

1.3.3.2.4. Geomallas.

La geomalla es conocida como el geosintético de refuerzo por excelencia. Está compuesta por costillas paralelas conectadas entre sí.

- **Geomalla orientada o uniaxial.**

Son estructuras que poseen elevada resistencia a la tensión y a las condiciones biológicas y químicas del suelo. Presentan largas aberturas distribuidas uniformemente proporcionando un sistema óptimo de trabazón con el terreno. (Figura I.13.).



Figura I.13. Geomalla Uniaxial.
Fuente: (GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM, junio 2009)

- **Geomalla bi-orientada o biaxial.**

Son materiales bidimensionales el cual posee una estructura con una repartición uniforme de espacios rectangulares y homogéneos inertes a la acción química y biológica del suelo con una elevada resistencia a la tensión en ambas direcciones, proporcionando una adherencia y trabazón uniforme del material granular aumentando la resistencia a la tensión de las capas estructurales del pavimento flexible o rígido. (Figura I.14.).



Figura I.14. Geomalla Biaxial.

Fuente: GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM, junio 2009

- **Geomalla multiaxial.**

La geomalla orientada en tres direcciones equilaterales de tal forma que las costillas resultantes tendrán un alto grado resistencia molecular y a la deformación, proporcionando una elevada resistencia a la tensión distribuyendo las cargas en distintas direcciones en su plano, mejorando las propiedades mecánicas y físicas del suelo. (Figura I.15.).

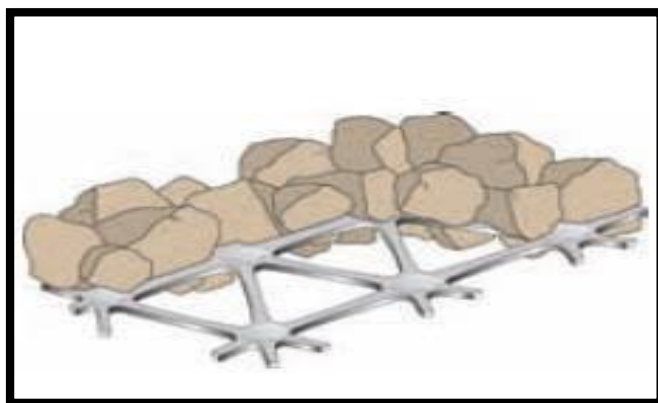


Figura I.15. Geomalla Multiaxial.

Fuente: (Tensar 2013)

1.3.3.2.5. Geotextil.

Son materiales planos, flexibles, dúctiles, maleables y permeables fabricados a partir de fibras sintéticas o naturales con la capacidad de retener partículas de suelo de dimensiones mayores al tamaño de sus poros, las cuales cumplen diferentes funciones dentro del campo de la geotecnia e ingeniería civil, mejorando las propiedades mecánicas y físicas de los suelos por su elevada resistencia a la tracción.

Existen 2 tipos de geotextiles: los tejidos y no tejidos, sin embargo, los estilos de fabricación son numerosos.

- **Geotextiles tejidos:**

Podemos decir que se forman al entrelazar transversal y longitudinalmente 2 o más fibras, hilos o filamentos. Usados principalmente en proyectos ferroviarios, pistas de aterrizaje, muros de contención, como refuerzos o separadores. Por otro lado, los geotextiles no tejidos son materiales muy permeables. La resistencia que ofrece el geotextil tejido es del tipo bi-orientado, debido a su estructura y características del material utilizado, se caracterizan por tener altas resistencias y bajas deformaciones.

- **Geotextil no tejido.**

Este material plano se obtiene por la unión química, mecánica o por calor de fibras o filamentos superpuestos aleatoriamente, consolidándose una estructura resistente a los esfuerzos de tracción en forma biaxial o multiaxial. (*Figura I.16.*)

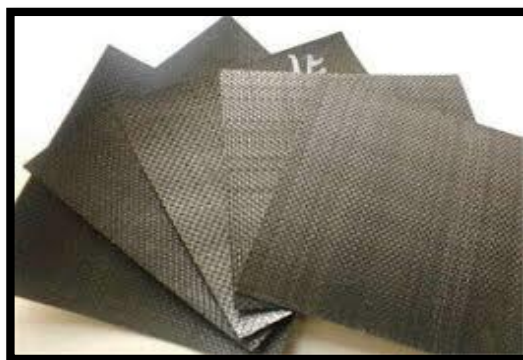


Figura I.16. Láminas de geotextil.
Fuente: <https://www.google.com.pe/>

Funciones y campos de aplicación del geotextil.

Los diversos campos de aplicación se pueden definir de acuerdo a las funciones que va a desempeñar. Las propiedades de los geotextiles son 3: propiedad mecánica, propiedad física y propiedad hidráulica.

- Función de separación.

Esta función se desarrolla para separar las capas del suelo de diferentes propiedades mecánicas y granulométrica evitando la mezcla de los materiales que lo conforman.

- Función de refuerzo.

Esta función aprovecha las características físicas – mecánicas del geotextil la cual tiene un buen comportamiento a tracción para mejorar la estabilidad y aumentar la capacidad portante del terreno repartiendo las tensiones de las cargas en su plano, es muy usado en la construcción de carreteras, repavimentación de vías, y otros.

- Función de drenaje.

Esta función consiste en la captación y traslado de fluidos excedentes y gases a través de su plano sin generar la pérdida de partículas finas que puedan ocasionar disminución de presión o resistencia de la estructura del pavimento.

- Función filtrante.

Esta función el geotextil trabaja permitiendo el paso de fluidos y gases e impidiendo el paso de determinadas partículas del terreno, garantizando su estabilidad hidráulica.

- Función de protección.

El geotextil se utiliza para proteger a la geomembrana u otro material de probables perforaciones o rupturas, formando una barrera antipunzonante, ante las presiones y fuerzas ocasionadas por la capa superior o por las maquinarias durante el mantenimiento, construcción o posibles reparaciones, etc.

- Función de impermeabilización.

Se consigue recubriendo el plano con la colocación de materiales sintéticos para darle la propiedad impermeabilizante el cual deberá tener la rigidez y resistencia suficiente para

compensar las tensiones térmicas que se puedan generar, se aplica en canales, rellenos sanitarios, túneles y minería.

Propiedades del geotextil

Los requerimientos de estabilidad y resistencia de los geotextiles se dan por las condiciones siguientes:

Propiedades mecánicas.

- Resistencia a la elongación y costura ASTM D-4632.
- Resistencia al rasgado trapezoidal ASTM D-4533.
- Resistencia a la tensión ASTM D-4632 .
- Resistencia a la penetración con pistón de 50mm de diámetro ASTM D-4833.
- Resistencia al punzonamiento CBR ASTM D-6241.
- Resistencia al estallido ASTM D-3786.

Propiedades físicas.

- Estabilidad ultravioleta ASTM D-4355.
- Espesor nominal ASTM D-5199.
- Masa por unidad de área ASTM D-5261.

Propiedades hidráulicas.

- Permittividad ASTM D 4491.
- Tamaño de abertura aparente ASTM D-4751.
- Transmisibilidad hidráulica ASTM D-4716.
- Colmatación hidráulica ASTM D-5101.

I.3.3.3. Ventajas y desventajas de la utilización de geosintéticos.

• Ventajas:

- Son una alternativa más viable económicamente en comparación con los métodos tradicionales de construcción.
- Mejora la capacidad portante, resistencia a movimientos y deformaciones estructurales del pavimento o losa.

- Son versátiles, resistentes y se adecuan a las condiciones e irregularidades de las superficies donde se colocan.
- Son de fácil manipulación y aplicación, no demandan equipos y personal especializado para su colocación.
- Tienen una desarrollada variedad de aplicaciones en la ingeniería y construcción, aparte de aumentar la vida útil de las instalaciones.
- Evitan y/o reducen la aparición de fisuras o grietas por flexión debido a que absorben las tensiones y esfuerzos cortantes causados por efectos de las cargas actuantes.
- Reducen significativamente los espesores de las capas en la estructura del pavimento.
- Impiden contaminación entre capas de la estructura causadas por el efecto del arrastre del agua y las cargas dinámicas.

- **Desventajas:**

- En el caso de los geotextiles no se deben utilizar directamente. La primera capa de cascote se tiene que echar con regularidad, distribuir cuidadosamente y compactar todo lo que permita la capacidad de carga del subsuelo.
- El geosintético es susceptible al vandalismo, así que debe hacerse un gasto para recubrirlo, para así homogenizar su instalación.
- Se tiene que proteger durante su almacenamiento de los rayos ultravioletas o de animales, como por ejemplo los roedores.
- Estos no tendrán un rendimiento satisfactorio cuando hayan sido perforados durante su colocación, desgarrados por el equipo usado, que tengan costuras o recubrimiento inadecuado.

1.4. Formulación del problema.

1.4.1. Problema general.

¿Qué relación tiene la aplicación de geosintéticos en la mejora de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018?

1.4.2. Problemas específicos 1.

¿Cómo influye la dosificación de geosintéticos en la mejora de las propiedades físicas – mecánicas de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018?

1.4.3. Problemas específicos 2.

¿De qué manera influirá la aplicación del geosintético en la mejora de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018?

1.4.4. Problemas específicos 3.

¿Qué relación tiene las propiedades físicas – mecánicas del geosintético mejora de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018?

1.5. Justificación del estudio.

1.5.1. Justificación teórica.

La información científica y ensayos de laboratorio concerniente a el uso de geosintéticos relacionado a la capacidad portante de una carretera, nos proporcionan resultados positivos y eficientes. Ello garantiza que en el futuro se pueda lograr el desarrollo de técnicas y materiales diversos que permitan mejorar las carreteras de nuestro país.

1.5.2. Justificación práctica.

Es preciso que nuestros profesionales cuenten con nuevas herramientas y estrategias que permitan conseguir la solución a los problemas internos que afectan a nuestro país, especialmente en el diseño y construcción de carreteras que buscan conectar los espacios geográficos ubicados en lugares poco accesibles y que actualmente requieren contar con vías de acceso acordes al avance de la tecnología y desarrollo.

En este sentido los beneficiarios directos serán los profesionales de ingeniería civil quienes contarán con información práctica sobre los resultados de la utilización de geosintéticos en las carreteras del país. Así, mismo serán beneficiados los habitantes de los distritos de Ninacaca y Huachon del departamento de Pasco.

1.5.3. Justificación metodológica.

La realización de este estudio requiere de la elaboración de herramientas e instrumentos, así como, de la implementación de un plan que detalle cada una de las acciones que se debe desarrollar con la finalidad de aplicar el uso de geosintéticos en la Carretera de Ninacaca – Huachón, Departamento de Pasco. Todos estos instrumentos y mecanismos se caracterizarán

por ser válidos y confiables pudiendo ser utilizados en otras investigaciones y obras de mejoramiento de carreteras.

1.6. Hipótesis.

1.6.1. Hipótesis general.

La aplicación de geosintéticos mejorara la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco, 2018.

1.6.2. Hipótesis específica 1.

La dosificación de geosintéticos influye en la mejora de las propiedades físicas – mecánicas de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco, 2018.

1.6.3. Hipótesis específicas 2.

La aplicación de geosintéticos influirá en la mejora de la resistencia de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco, 2018.

1.6.4. Hipótesis específicas 3.

Las propiedades físicas – mecánicas del geosintéticos influye en la mejora de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco, 2018

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

Evaluar la mejora de la capacidad portante con la aplicación de geosintéticos de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco, 2018.

1.7.2. Objetivos específicos 1.

Evaluar la influencia de la incorporación de geosintéticos en la mejora las propiedades físicas – mecánicas de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco, 2018.

1.7.3. Objetivos específicos 2.

Determinar cómo influye la aplicación de geosintéticos en la mejora de la resistencia de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco, 2018.

I.7.4. Objetivos específicos 3.

Evaluar la influencia de las propiedades físicas – mecánicas del geosintético en la mejora de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco, 2018.

II. MÉTODO.

2.1. Tipo de investigación.

Esta investigación concierne al nivel aplicado. La investigación busca la solución inmediata al problema de la capacidad portante de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco.

2.2. Enfoque.

Es de enfoque cuantitativo, porque en este estudio utilizaremos la recolección de datos para analizar las variables y probar la hipótesis, en base a estadísticas obtenidas en análisis correspondientes a las muestras de los pre y post test sobre la mejora de la capacidad de carga de las muestras.

2.3. Nivel.

La investigación pertenece al nivel explicativo y se dirige a investigar con la intención de lograr exponer las causas y efectos que corresponden a las variables denominadas geosintéticos y capacidad portante.

2.4. Diseño de investigación.

El diseño de esta investigación será de tipo experimental; el investigador, buscará manipular la variable geosintéticos para ver sus efectos en la capacidad portante de la Carretera a Ninacaca – Huachon en el Departamento de Pasco.

2.5. Variables, operacionalización.

2.5.1. Variable.

“Una variable, es un símbolo, el cual posee una característica diferente, de modo que aquella llega a tener dos valores, los cuales son antagónicos y estos últimos se excluyen recíprocamente. Para explicarlo de una forma más clara, al hablar de una medición normal, tendremos valores como existe y no existe o tal vez pertenece y no pertenece, pero en el

mejor de los casos los valores numéricos son medibles, pero por medio de intervalos constantes”. (Heinemann, 2003, p. 26).

En el presente estudio se presentan dos variables, una variable dependiente y otra variable independiente, ambas pueden ser medibles.

2.5.1.1. Variable dependiente: Mejorar la capacidad portante de la carretera.

“La capacidad de carga en suelos, es la resistencia del suelo a la deformación de las cargas del tránsito y esto obedece tanto de su densidad como de su humedad, así como la resistencia a la presión cortante del suelo que la constituye” (Durand M., 2015).

La capacidad portante es la resistencia del suelo para tolerar las presiones y cargas de tal manera que no se generen fallas en su estructura y esto está basado a ciertos criterios funcionales, para ello es necesario tener conocimientos matemáticos e interpretar correctamente las teorías relacionadas con la mecánica de suelos.

2.5.1.2. Variable Independiente: Aplicación de geosintéticos.

Los geosintéticos son materiales a base de polímeros naturales o sintéticos que se presentan de forma plana laminar o mediante una estructura tridimensional que poseen propiedades mecánicas e hidráulicas y en contacto con ciertos tipos de suelos mejoran las propiedades mecánicas las cuales son útiles para hacer posible la realización de proyectos de ingeniería civil y geotécnica en ambientes y condiciones complejas.

2.5.2. Operacionalización de las variables.

Es el procedimiento por el cual se transforman los conceptos teóricos y abstractos en métodos concretos, observables y medibles mediante sus dimensiones e indicado

Tabla 2.1. Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente

TITULO: APLICACIÓN DE GEOSINTETICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA - HUACHÓN, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
V1: Mejoramiento de la capacidad portante	La capacidad de carga en suelos, es la resistencia del suelo a la deformación de las cargas del tránsito y esto obedece tanto de su densidad como de su humedad, así como la resistencia a la presión cortante del suelo que la constituye	La capacidad portante es la resistencia del suelo para tolerar las presiones y cargas de tal manera que no se generen fallas en su estructura y esto está basado a ciertos criterios funcionales, para ello es necesario tener conocimientos matemáticos e interpretar correctamente las teorías relacionadas con la mecánica de suelos.	Ensayos de Mecánica de Suelos	Análisis Granulométrico por tamizado Humedad Natural Límites de Atterberg - Limite Líquido - Limite Plástico - Índice de Plasticidad Clasificación de Suelos por los Métodos SUCS y AASHTO Proctor Modificado California Bearing Ratio (CBR).	Fichas técnicas

Elaboración propia.

Tabla 2.2. Matriz de Operacionalización de la Variable Independiente

TITULO: APLICACIÓN DE GEOSINTETICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA - HUACHÓN, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
V2: Aplicación de geosintéticos	Los geosintéticos son materiales poliméricos, generalmente delgados, flexibles y laminares, que se utilizan para mejorar las propiedades ingenieriles de los suelos	Los geosintéticos son materiales a base de polímeros naturales o sintéticos que se presentan de forma plana laminar o mediante una estructura tridimensional que poseen propiedades mecánicas e hidráulicas y en contacto con ciertos tipos de suelos mejoran las propiedades mecánicas las cuales son útiles para hacer posible la ejecución de proyectos de ingeniería civil y geotécnica en condiciones difíciles.	Función de separación. Función de filtro Función de refuerzo. Función de drenaje Función de protección.	- Ensayo de Tracción. - Ensayo de Reforzamiento Dinámica. - Ensayo de Comportamiento y Ruptura de afluencia. - Resistencia al arrancamiento - Ensayo de Punzonamiento con pistón CBR	Fichas técnicas

Elaboración propia.

2.6. Población y muestra.

2.6.1. Población.

La población que se tomará para esta investigación estará constituida por los ciudadanos de las distintas poblaciones que constituyen el trazo de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco.

2.6.2. Muestra.

En presente estudio se ha determinado como muestra al tramo que corresponde al Centro Poblado de Chipa de la carretera que une Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco.

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

2.7.1. Técnicas de recolección de datos.

Para esta investigación se hará uso de la técnica denominada observación, esta técnica facilitara la verificación de las actividades que corresponden al recojo de muestras y la realización de las pruebas y ensayos de laboratorio sobre la capacidad de carga de la Carretera Ninacaca – Huachon en el Departamento de Pasco.

2.7.2. Instrumentos.

El instrumento diseñado para esta investigación recibe el nombre de lista de cotejo y fichas técnicas, mediante proceso de observación de las diversas actividades relacionadas al recojo de muestras de la de la Carretera Ninacaca – Huachon, Departamento de Pasco

2.7.3. Validez.

“Se entiende que el proceso de validación de una herramienta para recolectar datos se orienta a las particularidades que hacen referencia al valor de dicha herramienta para medir de manera equitativa y conveniente los rasgos de los individuos motivo de estudio” (Hernández et. Al, 2010, p. 142).

2.7.4. Confiabilidad.

Para la confiabilidad se llevará cabo diversos ensayos, para lo cual se irán recogiendo muestras de la carretera que corresponde al tramo del centro poblado de Chipa de la Carretera Ninacaca – Huachon, en el Departamento de Pasco.

Las muestras serán sometidas a diversas pruebas y/o ensayos de laboratorio con la utilización de geosintéticos hasta establecer el nivel óptimo de la capacidad portante de la estructura tomada como muestra.

2.8. Método de análisis de datos.

Para el proceso de análisis de los datos, el método a utilizar será el método cuantitativo. A través de este procedimiento que determinaremos de manera cuantitativa el nivel de incremento de la capacidad de carga de la estructura del suelo de la Carretera que une Ninacaca – Huachon, en el Departamento de Pasco. Para ello, se someterá cada una de las muestras tomadas a diversas pruebas de laboratorio.

2.8.1. Ensayos de laboratorio de geosintéticos.

Los ensayos o pruebas de control de calidad que se ejecutan a los geosintéticos son realizados en laboratorios equipados con la más alta tecnología donde se determinara las características y propiedades de los distintos geosintéticos de acuerdo a la función que va a desempeñar

2.8.2. Clasificación de los suelos.

Los suelos hallados serán descritos y clasificados de acuerdo a las metodologías para clasificación de suelos, AASHTO y SUCS.

2.8.2.1. Sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

El Sistema de Clasificación AASHTO fue uno de los métodos escogidos para determinar la clasificación de las muestras de suelo objeto de estudio del presente trabajo. De acuerdo con éste método el suelo se clasifica en siete grupos mayores: A-1 hasta A-7. Los suelos granulares están clasificados en los grupos A-1, A-2 y A-3, los suelos finos se clasifican en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 (Ver Tabla 2.3).

Tabla 2.3. Sistema de clasificación de suelos AASHTO

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa:											
N° 10 (2mm)	50 máximo	-	-	-				-			
N° 40 (0,425mm)	30 máximo	50 máximo	51 mínimo	-				-			
N° 200 (0,075mm)	15 máximo	25 máximo	10 máximo	35 máximo				36 mínimo			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido	-		-	40 máximo	41 mínimo	40 máximo	41 mínimo	40 máximo	41 mínimo	40 máximo	41 mínimo (2)
Índice de plasticidad	6 máximo		NP (1)	10 máximo	10 máximo	11 mínimo	11 mínimo	10 máximo	10 máximo	11 mínimo	11 mínimo
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

(1): No plástico

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30

(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es mayor que LL menos 30

Elaboración propia.

2.8.2.2. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

El sistema SUCS, clasifica los suelos en dos amplias categorías: suelos de grano grueso que son tipo grava y arena con los prefijos G y S respectivamente, con menos del 50% pasando por la malla No. 200 y los suelos de grano fino que son los tipos limo, arcilla u orgánico con los prefijos M, C y O respectivamente, con 50% o más pasando por la malla No. 200. El símbolo Pt se usa para turbas, lodos y otros suelos altamente orgánicos (Ver Tabla 2.4).

Tabla 2.4. Sistema de clasificación de suelos Unificado SUCS.

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW, GP, SW, SP. >12% - >GM, GC, SM, SC. 5 al 12% - >casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
		Gravas mal graduadas (pocos o sin finos)	GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.			No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.	
			GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
		Arenas mal graduadas (pocos o sin finos)	SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.			Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.			Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.			Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	<p>Ábaco de Casagrande</p>				
		CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.					
		OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.					
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.					
		CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.					
		OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.					
		PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.					
Suelos muy orgánicos		PT					

Elaboración propia.

2.8.3. Ensayos de laboratorio de suelos.

El ensayo a ejecutarse para la carretera se tomará de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales para carreteras del MTC (2016), la cual será complementada con la Norma ASTM.

Tabla 2.5. Ensayos de Suelos para Carreteras

Contenido de humedad	-	MTC	E	108
Densidad in situ (cono de arena)	-	MTC	E	117
Análisis granulométrico por tamizado	-	MTC	E	107
Límite líquido	-	MTC	E	110
Límite plástico	-	MTC	E	111
Próctor modificado (compactación)	-	MTC	E	115
Razón de soporte California (CBR)	-	MTC	E	132

Fuente: Elaboración propia.

2.8.3.1. Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado.

Esta prueba o ensayo sirve para determinar los tamaños de las partículas del suelo de acuerdo a las muestras obtenidas mediante el uso de tamices dispuestos de mayor a menor a la muestra seca.

Procedimiento:

- La muestra, antes de tamizarse fue lavada y secada en el horno por 24 horas y una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Luego se vierte el material seco en el juego de tamices y se comienza el proceso girando el conjunto hasta obtener peso constante en cada tamiz.
- Siguiendo la norma, se realiza el procedimiento mediante el cual se separa el material por las mallas, el retenido será agregado grueso que quede en la malla No. 4 y el fino será el que pase aquel tamiz.
- Toda cantidad obtenida fue pesada, así como también el que quedó en la base, se deberá pesar todo el material previamente, para luego compararla con la suma obtenida en los retenidos de las mallas, cuya diferencia no debe exceder el 0.3%.

2.8.3.2. Ensayo de Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se realizan para caracterizar el comportamiento de los materiales o suelos finos. Los límites se basan en la percepción de que en un suelo o material de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad contenida. Pasando por los estados: sólido, semisólido, plástico y líquido al agregarle agua. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro se denominan límites de Atterberg.

2.8.3.3. Ensayo de Proctor Modificado.

Este ensayo se realiza para establecer el vínculo entre el peso unitario de los suelos compactados y la humedad. Para este ensayo se usa el mismo molde del proctor estándar, empleando una muestra el cual es compactado en cinco capas dentro de su molde por medio de 25 o 56 golpes según el método a utilizar, con un pisón desde una altura de 45.7cm.

2.8.3.4. Ensayo de California Bearing Ratio CBR

Mediante esta prueba se mide la resistencia del suelo para soportar el esfuerzo cortante y así poder determinar la calidad del terreno antes de recibir la estructura del pavimento. Se realiza en condicione de humedad y densidad controlada pero también puede efectuar sobre muestras inalteradas del terreno.

2.9. Aspectos éticos

Los fundamentos éticos en el desarrollo de este estudio se aplicarán considerando una metodología de un trabajo de investigación de forma veraz y honesta, cuidando los fundamentos instaurados por la universidad para el desarrollo de proyectos de investigación de índole académico, respetando la privacidad y confidencialidad de la información obtenida.

III. RESULTADOS.

3.1. Generalidades del proyecto.

3.1.1. Ubicación geográfica del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento del Pasco, provincia de Pasco, distritos de Ninacaca y Hachón. La carretera tiene una longitud de 47.26 Km, y la superficie de rodadura actualmente se halla a nivel de afirmado. El tramo tiene su punto inicial a 400m., de la carretera central en el km.92+500 (CP Ninacaca), y llega hasta el poblado de Hachón (Km. 47+260).

3.1.2. Descripción de la Carretera Ninacaca – Huachón.

El Tramo de la Carretera Actual comienza en la localidad de Ninacaca (0+000), la vía es una carretera afirmada en estado regular hasta la localidad de Carhuac (km 32+000), los siguientes 10.5 km se desarrolla por una topografía accidentada con afirmado en mal estado

hasta llegar al km. 42+550 punto donde se bifurcan dos rutas para llegar a la localidad de Huachón; el primero por el lado Izquierdo siguiendo con la ruta departamental N°106 para llegar a la localidad de Huachón con una longitud de 6.50km., en terreno accidentado; el segundo por el lado derecho de río siguiendo por una trocha carrózale en mal estado que pasa por el poblado de Chipa, hasta llegar a la localidad de Huachón con una longitud de 4.71 kilómetros.



*Figura 3.1. Ubicación satelital del área de investigación.
Elaboración propia.*

A lo largo del tramo se puede apreciar baches, hundimientos y ahuellamiento. El pavimento existente está constituido por un afirmado de espesor variable (20 - 25 cm.). En general, el ancho de la plataforma varía entre los 4 y 5 metros, razón por la cual en el presente proyecto se ha estimado solo colocar una capa subbase granular en los tramos de carretera de material suelto y/o que se hayan realizado cortes en laderas, tal como se indica en las secciones transversales del proyecto.

Tabla 3.1. Tramos de la carretera en los centros poblados.

Nº	CENTRO POBLADO	INICIO	FIN	DISTRITO
1	CENTRO POBLADO NINACACA	00+000	01+700	NINACACA HUACHON
2	CENTRO POBLADO HUAY HUAY	15+000	15+500	
3	CENTRO POBLADO CARHUAC	31+400	31+900	
4	CENTRO POBLADO CHIPA	43+500	44+000	
5	CENTRO POBLADO HUACHON	46+000	47+260	

Fuente: Consorcio Vial Huachón.

Cabe destacar que en la mayor parte de la carretera el drenaje longitudinal es deficiente, debido a la ausencia de cunetas y alcantarillas de desfogue; deficiencia que ocasiona el deterioro prematuro de la superficie de rodadura.

3.1.3. Estudio del tráfico.

Este estudio tuvo por propósito conocer el volumen y las características del tráfico vehicular, elementos básicos para la determinar de las características geométricas de cada tramo de la carretera, así como para el diseño de la estructura del pavimento.

Tabla 3.2. Tramos de las estaciones de conteo E-1 y E-2.

TRAMO	ESTACION
NINACACA - HUACHON	NINACACA (E-1)
CARHUAMAYO - OXAPAMPA	OXAPAMPA (E-2)

Fuente: Consorcio Vial Huachón.

Tabla 3.3. Cuadro Origen – Destino.

ORIGEN	ABRA	CAJAMARCA	CANTARIZU	CHANCHAMAYO	HUANCA BAMBAYO	HUANCA YORA	LA CAÑERA	LA MERCED	LIMA	LLAMAQUIZU	MESAPATA	MIRAFLORES	OXAPAMPA	PUENTE PAUCARTAMBO	RIO PISCO	SAN RAMON	TAMBO PITUCA	TARMA	VILLA RICA	ALTO SOGORMO	LA OROYA	PASCO	PEÑA FLOR	TOTAL	PARTICIPACION %	
ABRA									1															1	0.5	
CAJAMARCA									1															1	0.5	
CANTARIZU									4															4	2.0	
CHANCHAMAYO									1															1	0.5	
HUANCA BAMBAYO																				1				1	0.5	
HUANCA YORA									1															1	0.5	
LA CAÑERA									1															1	0.5	
LA MERCED									53															53	26.9	
LIMA									6															6	3.0	
LLAMAQUIZU									1															1	0.5	
MESAPATA									1															1	0.5	
MIRAFLORES									2															2	1.0	
OXAPAMPA	2		5			1	3	56	2	7		7				1	1	2		11	1	1	1	1	102	51.8
PUENTE PAUCARTAMBO													1											1	0.5	
RIO PISCO									1															1	0.5	
SAN RAMON									1															1	0.5	
TAMBO PITUCA									2															2	1.0	
TARMA									1															1	0.5	
VILLA RICA									16															16	8.1	
ALTO SOGORMO																								0	0.0	
LA OROYA																								0	0.0	
PASCO																								0	0.0	
PEÑA FLOR																								0	0.0	
TOTAL	2	0	5	0	0	1	3	56	2	7	0	7	94	0	1	1	2	0	11	2	1	1	1	197	100.0	
PARTICIPACION %	1.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.5	1.5	28.4	1.0	3.6	0.0	3.6	47.7	0.0	0.5	0.5	1.0	0.0	5.6	1.0	0.5	0.5	0.5	100.0		

Fuente: Consorcio Vial Huachón.

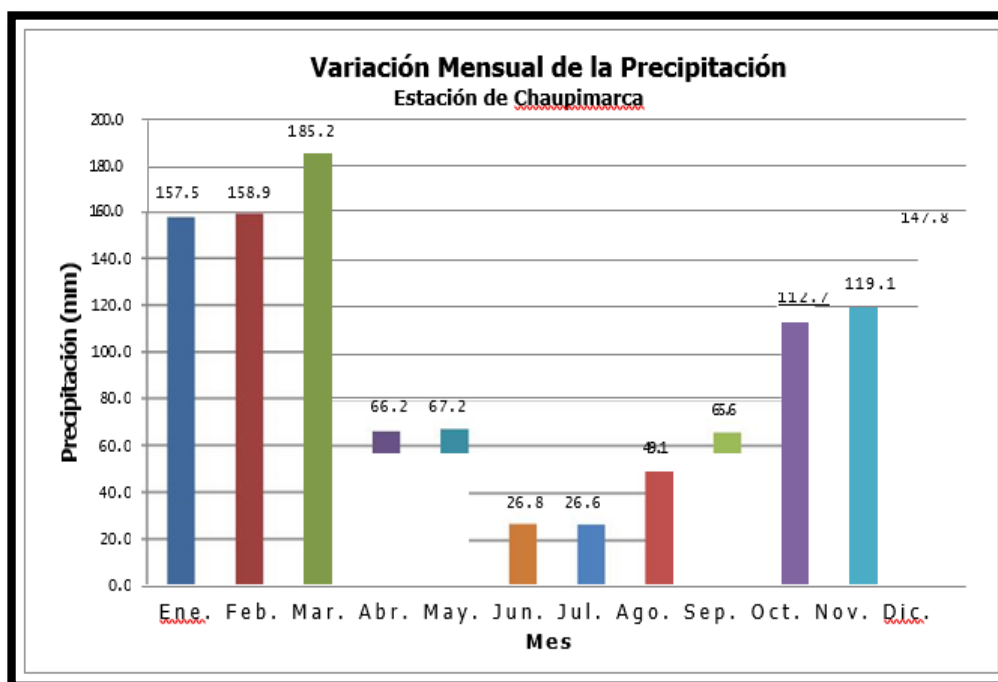
3.1.4. Hidrología y drenaje.

El propósito de este capítulo es efectuar el estudio hidrológico y así evaluar el comportamiento de los sistemas de drenaje a proponer considerando las quebradas existentes y el planteamiento del trazo pertenecientes todas ellas al Proyecto “Mejoramiento de la Carretera Ninacaca - Huachon”, en una extensión de 47.26 Km que tiene su punto de inicial la progresiva Km. 0+000 del Camino Ninacaca - Huachón y punto extremo final en Huachón en la progresiva Km. 47+260.

- Hidrometría.

Las quebradas que cortan el trazo de la carretera, no cuentan con estaciones de control de caudales, siendo los aforos muy variados y dependientes del periodo de crecidas para su mayor volumen. La carretera que parte desde Ninacaca transita en su mayor parte sobre la vía abandonada de ferrocarril, es atravesada por algunas quebradas que desaguan en la Laguna Lulicocha, Laguna Ccochachuyco, Laguna Tauli para después atravesar la Quebrada Cumbre, marchar después casi paralelamente a la Quebrada Carhuac, posteriormente cumplir igual desarrollo con la Quebrada Chipa la que finalmente desagua en el Río Huachón el cual es tributario del Río Quiparacra, afluente por la margen izquierda del Río Paucartambo.

Tabla 3.4. Precipitación mensual Estación Chaupimarca.



Fuente: Consorcio Vial Huachón.

3.1.5. Perfil Estratigráfico.

Con los registros tomados in situ y los resultados de las pruebas de laboratorio se ha tratado de establecer un perfil estratégico que sea representativo del terreno estudiado, el cual podemos definir que el 80% del área investigada constituidas por gravas y arenas limosas (GP-GM) de color crema claro, semi húmedo, con presencia de bolonería en algunas excavaciones de forma sub angulosa y tamaños menores de 8 pulgadas.

Cabe mencionar que existe una capa de afirmado en todo el tramo de la carretera con un promedio de 15cm a 20 cm, la misma que servirá como subbase para la proyección de la carretera salvo en aquellos sectores que se indican en los planos de las secciones transversales.

3.1.6. Napa Freática.

El nivel freático fue detectado en varios sectores de la carretera, para lo cual se ha proyectado la construcción de sub drenes laterales.

3.1.7. Sección transversal de la vía.

Las secciones transversales típicas adoptadas cumplen con el objetivo de mejorar la carretera, conforme al pedido, tanto de las autoridades regionales y municipales de Pasco, como de los pobladores de la zona.

La sección transversal típica calculada para este proyecto es la siguiente:

Ancho de la Calzada	:	5.50m+0.50 berma c/lado=6.50m
Pendiente Máxima	:	11.00 %
Ancho de Cuneta	:	0.75 m
Altura de cuneta	:	0.30 m
Velocidad Directriz	:	40 Km./h
Radio Mínimo normal	:	30 m
Radio Mínimo excepcional	:	11 m
Peralte Máximo	:	8 %
Sobre ancho Mínimo	:	0.30 m
Sobre ancho Máximo	:	1.20 m.
Bombeo de la calzada	:	2.00%
Talud de Corte	:	Variable según tipo
Talud de Relleno	:	1:1.50
Base granular	:	e=0.20m.
Carpeta Asfáltica	:	e=0.05m.

Fuente: Consorcio Vial Huachón

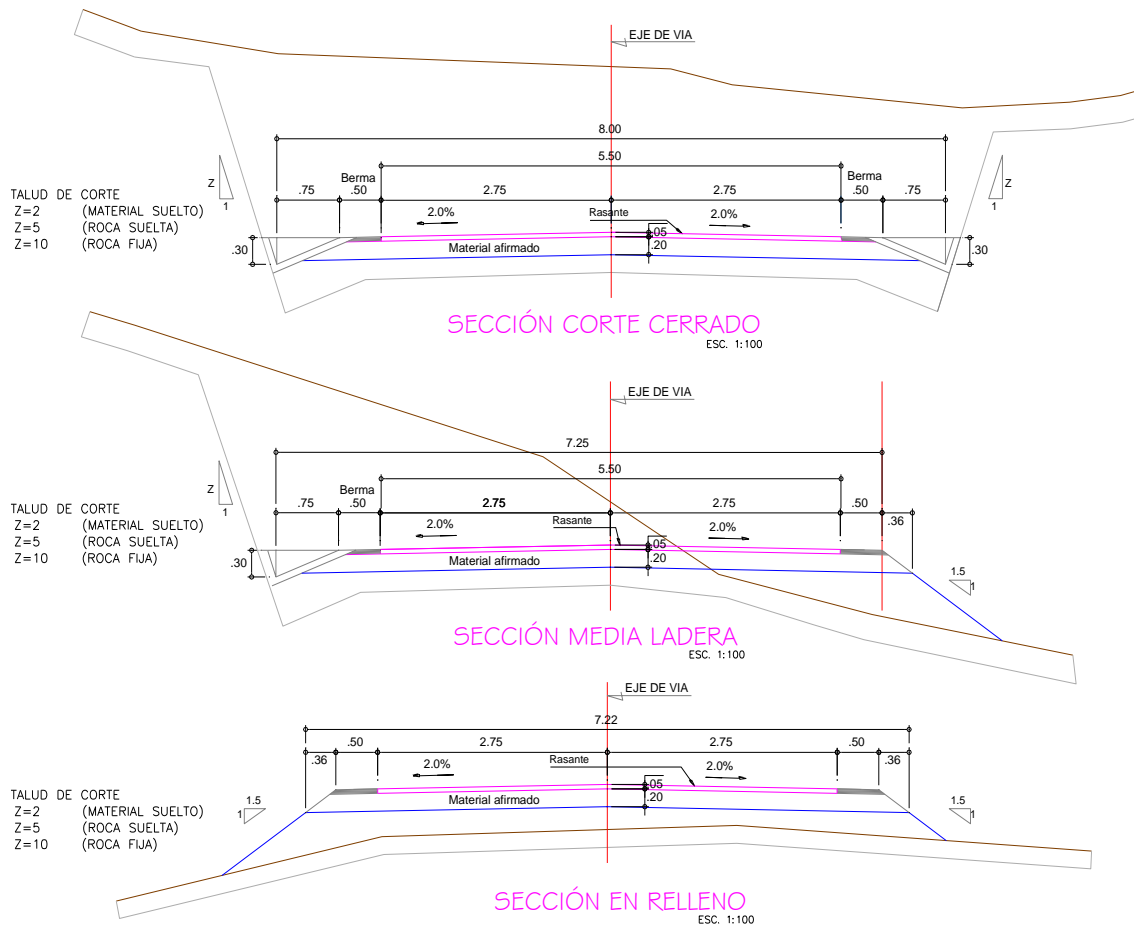


Figura 3.2. Secciones tipo de la plataforma en general.
Fuente: Consorcio Vial Huachón.

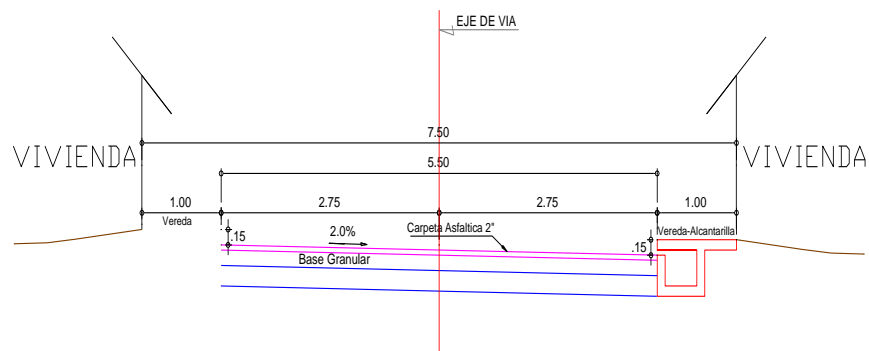


Figura 3.3. Secciones tipo de la plataforma en zona urbana.
Fuente: Consorcio Vial Huachón.

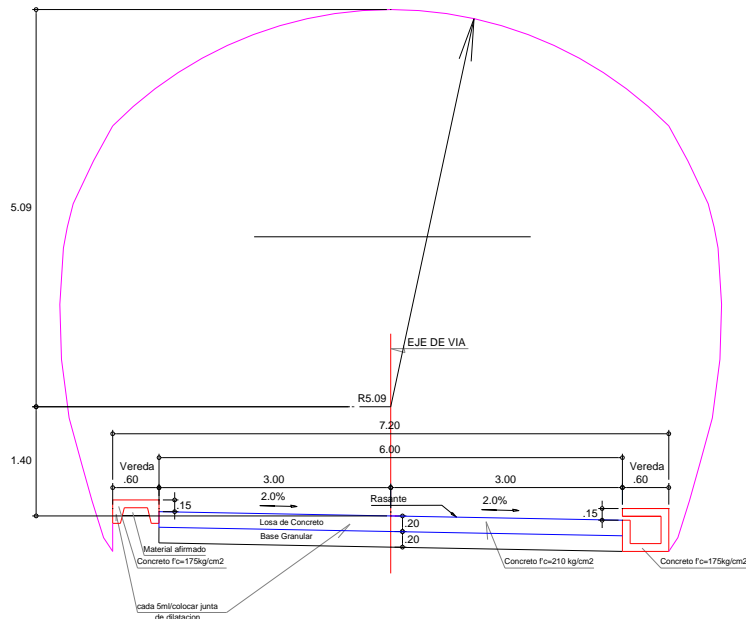


Figura 3.4. Secciones tipo de la plataforma en el túnel.
Fuente: Consorcio Vial Huachón.

3.2. Trabajo de Campo.

3.2.1. Calicatas de exploración.

Se excavaron (212) doscientas doce calicatas en todo el tramo en estudios, con una profundidad de 1.50 metros, distribuidas convenientemente en la vía a pavimentar con el propósito de conseguir muestras suficientes, para definir las características de la sub rasante y recolectar muestras de las diferentes capas del suelo; para su remisión al laboratorio de Mecánica de Suelos.

Para la ejecución de este trabajo de tomo muestra las calicatas de los tramos correspondientes al Centro Poblado De Chipa.

- Registro de Excavaciones.

En paralelo al muestreo y pruebas sencillas se desarrolló el registro de excavaciones describiéndose las principales características de los estratos hallados, tales como: humedad, presencia del nivel freático, compacidad, consistencia, plasticidad, clasificación, etc.

Con los registros tomados en el campo y los resultados de las pruebas de laboratorio se ha tratado de establecer un perfil estratigráfico que sea representativo del terreno estudiado, el

cual podemos definir que el 80% del área investigada esta constituidas por gravas y arenas limosas (GP-GM) de color crema claro, semi húmedo, con presencia de bolonería en algunas excavaciones de forma sub angulosa y tamaños menores de 8 pulgadas.

3.3. Resultados de los ensayos realizados a las muestras del estudio.

3.3.1. Resultados de los ensayos de Análisis Granulométrico por Tamizado.

Tabla 3.5. Resultados del ensayo de granulometría.

ENSAYOS GRANULOMETRICO			
CALICATA N°	C – 1	C – 2	C -3
Muestras	M – 1	M – 1	M – 1
Profundidad (m)	0.30 - 1.50	0.30 - 1.50	0.30 - 1.50
% pasa Tamiz N° 4	100.00	100.00	100.00
% pasa Tamiz N° 10	99.00	98.40	99.30
% pasa Tamiz N° 30	97.50	96.50	97.80
% pasa Tamiz N° 40	92.90	92.30	95.60
% pasa Tamiz N° 50	92.90	92.30	95.60
% pasa Tamiz N° 80	87.20	87.10	91.50
% pasa Tamiz N° 100	68.10	72.50	80.70
% pasa Tamiz N° 200	52.40	48.90	61.70
% Grava	0.00	0.00	0.00
% Arena	47.60	51.10	38.30
% Finos	52.40	48.90	61.70
% de Humedad	17.80	14.10	13.81
Clasificación SUCS.	CH	SC	CH
Clasificación AASTHO	A-7-6 (8)	A-7-6 (7)	A-7-6 (11)
Descripción	ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	ARENA ARCILLOSA	ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD

Elaboración propia.

Interpretación.

Según los resultados alcanzados del análisis granulométrico por tamizado ASTM-D422 por clasificación SUCS: Calicata 1 (C-1), Muestra 1 (M-1), como CH: Arcilla arenosa de alta plasticidad con Grava 0.0 %, Arena 47.60 % y Finos 52.40 %; Calicata 2 (C-1), Muestra 1

(M-1), como SC: Arena arcillosa con Grava 0.0 %, Arena 51.10 % y Finos 48.90 %; Calicata 3 (C-3), Muestra 1 (M-1), como CH: Arcilla arenosa de alta plasticidad con Grava 0.0 %, Arena 38.30 % y Finos 61.70 %. Por clasificación AASHTO: Calicata 1 (C-1), Muestra 1 (M-1), un suelo tipo A-7-6 (8); Calicata 2 (C-2), Muestra 1 (M-1), un suelo tipo A-7-6 (7) y Calicata 3 (C-3), Muestra 1 (M-1), un suelo tipo A-7-6 (11).

Se pudo determinar que el terreno en su mayoría está compuesto por una arcilla arenosa de alta plasticidad de una coloración entre anaranjada y amarilla con altos porcentajes de finos sin presencia de porcentajes de grava.

3.3.2. Resultados de los ensayos de Límites de Atterberg.

Tabla 3.6. Resultados de los ensayos de Límites de Atterberg

ENSAYOS LIMITES DE ATTERBERG			
CALICATA N°	C - 1	C - 2	C - 3
Muestras	M - 1	M - 1	M - 1
Profundidad (m)	0.30 - 1.50	0.30 - 1.50	0.30 - 1.50
Límite Líquido	58.10%	65.63%	63.68%
Límite Plástico	25.76%	23.90%	44.83%
Índice de Plasticidad	32.34%	41.73%	18.85%

Elaboración propia.

Interpretación.

Los resultados alcanzados de los ensayos de Límites de Atterberg de las muestras determinaron lo siguiente: Calicata 1 (C-1), Muestra 1 (M-1), indican Límite Líquido 58.10 %, Límite Plástico 25.76 % e Índice de Plasticidad 32.34 %; Calicata 2 (C-2), Muestra 1 (M-1), indican Límite Líquido 65.63 %, Límite Plástico 23.90 % e Índice de Plasticidad 41.73 % y Calicata 3 (C-3), Muestra 1 (M-1), indican Límite Líquido 63.68 %, Límite Plástico 44.83 % e Índice de Plasticidad 18.85 %. De acuerdo a los ensayos de límites se determinó que las muestras tienen altos porcentajes de humedad y suelo de material plástico.

3.3.3. Resultados de los ensayos del Proctor Modificado.

Figuran 3.7. Resultado del Proctor Modificado Calicatas 1, 2 y 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
CALICATA N°	C – 1	C – 2	C -3
Muestras	M – 1	M – 1	M – 1
Profundidad (m)	0.30 - 1.50	0.30 - 1.50	0.30 - 1.50
Máxima Densidad Seca	1.414	1.509	1.447
Optimo Contenido de Humedad	26.15%	21.14%	19.71%

Elaboración propia.

Interpretación.

Según los resultados de los ensayos de Proctor Modificado de acuerdo al método “A” de la Calicata 1 (C-1), Muestra 1 (M-1), se obtuvo 1.414 gr/m³ de Máxima Densidad Seca y 21.15 % de Optimo Contenido de Humedad; Calicata 2 (C-2), Muestra 1 (M-1) se obtuvo 1.509 gr/m³ de Máxima Densidad Seca y 21.14 % de Optimo Contenido de Humedad y de la Calicata 3 (C-3), Muestra 1 (M-1), se obtuvo 1.447 gr/m³ de Máxima Densidad Seca y 19.71 % de Optimo Contenido de Humedad.

3.3.4. Resultados de los ensayos de CBRs sin refuerzo (California Bearing Ratio)

Tabla 3.8. Resultados de los ensayos del CBR sin refuerzo

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SIN GEOSINTETICO			
Calicata	C-1	C-2	C-3
Muestra	M-1	M-1	M-1
Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	14.41	8.859	2.827
Penetración (pulg)	0.1	0.1	0.1
Presión Patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
MDS al 100 %	13.50%	14.10%	12.20%
MDS al 95 %	3.00%	4.80%	3.90%

Elaboración propia.

Interpretación.

De acuerdo a los resultados de los ensayos de CBR son los siguientes: Calicata 1 (C-1), Muestra 1 (M-1), indica valores de MDS al 100% de 13.50 % y MDS al 95% de 3.0%; Calicata 2 (C-2), Muestra 1 (M-1), indica valores de MDS al 100% de 14.10 % y MDS al 95% de 4.8 %; y Calicata 3 (C-3), Muestra 1 (M-1), indica valores de MDS al 100% de 12.20 % y MDS al 95% de 3.90 %.

Determinando los valores de CBRs de las Calicatas C-1, C-2 y C-3 representan un tipo de suelo de muy baja capacidad portante (< 6 %), el cual se tendrá que mejorar y reforzar mecánicamente para poder soportar la estructura del pavimento flexible además de los esfuerzos y cargas que estas reciban.

3.3.5. Resultados de los ensayos de CBRs con refuerzo de geotextil.

Para determinar si con la aplicación de geotextil se alcanza un mejoramiento de la capacidad portante del suelo se realizaron ensayos de CBRs a cada una de las muestras obtenidas de las calicatas.

Procedimiento:

Se realizaron un ensayo a cada muestra con 10, 25 y 56 golpes por capa (5 capas), colocando una malla de geotextil por cada muestra, verificando su contenido de humedad de la muestra.

Una vez compactada y enrasada cada muestra con el geotextil se procedió a realizar el procedimiento de inmersión en agua, cubriendo í por completo las muestras.

Luego de realizado el procedimiento de saturación de las muestras se procede a retirar y drenar quitando el exceso de agua. Seguido de esto se procedió a colocar las muestras en el equipo de presión ajustando el dial de carga y el deformímetro a cero, procediendo a aplicar presión a una velocidad de 0.05” / minuto, haciendo lecturas cada 0.025 pulgadas de penetración hasta llegar a 0.5 pulgadas luego del cual se soltó la carga, se retiró la muestra y se determinó la humedad en sus tres niveles: superior, medio e inferior.

Tabla 3.9. Resultados de los ensayos del CBR con refuerzo de geotextil

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) CON UNA CAPA DE GEOTEXTIL			
Calicata	C-1	C-2	C-3
Muestra	M-2	M-2	M-3
Tipo de suelo (SUCS)	CH	SC	CH
Descripción	ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	ARENA ARCILLOSA	ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD
Penetración (pulg)	0.1	0.1	0.1
Presión Patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
MDS al 100 %	14.10%	14.90%	13.70%
MDS al 95 %	4.10%	5.20%	4.70%

Elaboración propia

Interpretación.

De acuerdo a los resultados de los ensayos de CBR son los siguientes: Calicata 1 (C-1), Muestra 2 (M-2), indica valores de MDS al 100% de 14.10 % y MDS al 95% de 4.10 %; Calicata 2 (C-2), Muestra 2 (M-2), indica valores de MDS al 100% de 14.90 % y MDS al 95% de 5.32 %; y Calicata 3 (C-3), Muestra 2 (M-2), indica valores de MDS al 100% de 13.70 % y MDS al 95% de 4.70 %.

De acuerdo a los resultados de los ensayos a las muestras con una capa de geotextil se determinó que en todas las muestras realizadas aumento el porcentaje de CBR al 100% de la MDS, entre 0.6 % a 1.5% y el porcentaje de CBR al 95% entre 0.4% a 1.1%.

Según los resultados de los ensayos de CBR son los siguientes: Calicata 1 (C-1), Muestra 1 (M-1), indica valores de MDS al 100% de 13.50 % y MDS al 95% de 3.0%; Calicata 2 (C-2), Muestra 1 (M-1), indica valores de MDS al 100% de 14.10 % y MDS al 95% de 4.8 %; y Calicata 3 (C-3), Muestra 1 (M-1), indica valores de MDS al 100% de 12.20 % y MDS al 95% de 3.9%.

IV. DISCUSIONES.

H 1

La dosificación de geosintéticos influye en la mejora de las propiedades físicas – mecánicas de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachon, departamento de Pasco, 2018.

En el trabajo de investigación de Hueto A. y Montoya A. “Adición de geotextil tejido T-2400 a la estructura intrínseca de los diferentes tipos de materiales para relleno” se realizó la incorporación de geotextil en tiras en proporciones de 7%, 14% y 21%; determinando que se alcanzaron los valores de resistencia más altos con a la adición del geotextil en proporción del 14%, mientras que las pruebas con la adición de geotextil en proporciones de 7% y 21% también aumenta su resistencia pero no en forma muy significativa, por lo que se resume que la adicción de geotextil en cualquier proporción logra un aumento de la resistencia en el duelo. En el presente trabajo también se logra determinar que mediante la colocación y/o adición de una capa de geotextil se logra un aumento de su resistencia y CBR al 100% de la MDS, entre 0.6 % a 1.5% y el porcentaje de CBR al 95% entre 0.4% a 1.1%.

H 2.

La aplicación de geosintéticos influirá en la mejora de la resistencia de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachon, departamento de Pasco, 2018.

En la investigación de Chorres M. “Uso de geotextiles para la mejora del suelo de las cimentaciones superficiales en suelos arenosos Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla - 2017”, en la que indica que el geosintético su función principal la de tomar los esfuerzos por tracción o flexión, incrementando su capacidad de resistencia , mejorando la calidad del suelo soportando más cargas sin fallar dentro del rango, en la presente investigación se logra determinar mediante los ensayos a las muestras incluyendo el refuerzo de una capa de geotextil, un incremento de hasta 1.1% del valor del CBR, incrementando su capacidad de resistencia del suelo natural.

H 3.

Las propiedades físicas – mecánicas del geosintéticos influye en la mejora de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachon, departamento de Pasco, 2018.

De acuerdo a la investigación de Núñez A. “Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geosintéticos”, indica que puesto de los geosintéticos poseen propiedades físico – mecánicas perfectas para mejorar las propiedades estructurales de los suelos gracias a que trabajan en ambas direcciones, logrando así un suelo de mayor capacidad de carga y resistencia a la tensiones y deformaciones, en el presente trabajo se ratifica que la utilización de geosintéticos como refuerzo en los suelos mejora su capacidad de resistencia a los esfuerzos de tracción y compresión debido a que al recibir las cargas la distribuye uniformemente en su plano disminuyendo los esfuerzos cortantes que se dan en la superficie.

V. CONCLUSIONES.

- Para esta investigación se utilizó un tipo de geotextil no tejido el cual otorga características y propiedades adecuadas para su uso como refuerzo en pavimentos flexibles
- La capacidad portante de la zona a estudiada indica un suelo blando o de baja capacidad portante ($CBR < 6\%$) para la colocación de la estructura del pavimento flexible por lo que se recomienda la sustitución o el mejoramiento del suelo a través de los diversos métodos probados.
- Uno de los métodos para aumentar la capacidad portante de los suelos es aplicando el uso de geosintéticos los cuales poseen propiedades físico, mecánica e hidráulica aporta mayor resistencia a las presiones y deformaciones sobre la superficie del suelo distribuyendo las cargas en distintas direcciones que se puedan ejercer sobre él.
- A partir del ensayo de CBR con el refuerzo de geotextil se logra determinar el aumento de la capacidad de soporte de las muestras las cuales se dieron como resultado que las tres muestras aumentaron el valor de CBR en relación con los ensayos que se realizaron sin refuerzo.
- Se logró determinar que el geotextil no tejido de acuerdo a las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas, cumple las funciones de separación, filtro, drenaje, estabilización y refuerzo dentro de la estructura de pavimento flexible.
- Se determinó en los ensayos que mientras mayor sea el área recubrimiento del refuerzo soporta y distribuye mejor los esfuerzos de carga y deformaciones.
- El uso de geotextil disminuye la aparición de grietas y ahuellamientos por asentamientos y esfuerzos en el pavimento, además impide la contaminación granular entre las capas de la estructura del pavimento por efecto del arrastre del agua y las cargas dinámicas.
- Es una alternativa más económica y rápida en comparación con los métodos tradicionales para el mejoramiento de suelos debido a su fácil instalación no requiere mano de obra calificada y reduce el costo de movimiento de tierra, además de proteger el medio ambiente.

VI. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda continuar con la realización de más ensayos de CBR combinando las capas de refuerzo con otros materiales geosintéticos lo que posiblemente podría mejorar aún más la capacidad de soporte.
- Realizar estos mismos ensayos en diferentes tipos de materiales a fin de obtener mejoras en relación a su capacidad de resistencia a las cargas.
- Los geosintéticos son una alternativa económica de rápida para mejorar la capacidad portante de los suelos, sobre todos en lugares donde se hace difícil contar material granular cercana a la zona del proyecto.
- Para lograr una mejor distribución de los esfuerzos sobre la capa de geotextil primero se debe realizar una correcta compactación del suelo mediante capas mediante una mezcla homogénea poniendo mucha atención a su óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca del suelo a mejorar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement structures 1993. Washington, D.C.
- AASHTO. (2017). AASHTO R 50-09 - Recommended Practice for Geosynthetic.
Recuperado el 21 de febrero de 2017, a partir de
<http://www.standardsdownload.com.au/aashto-c-3/aashto-r-5009-recommended-practice-for-geosynthetic-reinforce-p-362.html>
- BELTRAN, Carlos. Ventajas de la utilización de geosintéticos para el refuerzo de pavimento en la Carrera 7 Estación Transmilenio Museo Nacional. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. 2013
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo: 2012.
- BRAJA, M. Principales fundamentos de ingeniería geotécnica. Barcelona: Cengage Learning. 2010, 457 pp. ISBN 97845689798
- CÁRDENAS, James. Ingeniería del tránsito: fundamentos y aplicaciones. México: Alfaomega. 2015. 597 pp. ISBN 9789701512388
- CARRILLO, Nelsy. es.slideshare.net. [En línea] 3 de JUNIO de 2011. [Citado el: 28 de octubre de 2016.]. Disponible en <https://es.slideshare.net/nelsycarrillo/tecnica-de-observación>
- CONSORCIO VIAL HUACHON (2018), Expediente Técnico de Obra “Mejoramiento de la Carretera Ninacaca – Huachón”, Pasco.
- TIPOS DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE. 2014.
Recuperado.<http://fallasenpavimentoflexible.blogspot.com/2014/05/tipos-de-fallas-en-pavimento-flexible.html>
- GARNICA, P., GÓMEZ, J., & SESMA, J. (2002). Mecánica de materiales para pavimentos. Sanfandila: Instituto Mexicano Del Transporte.

- GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM. (junio 2009). Manual de diseño con Geosintéticos. Bogotá D.C. - Colombia: Publicaciones ZETTA COMUNICADORES S.A.
- GEOTEXAN S.A. (n.d.). GEOSINTETICOS DE ALTA CALIDAD. Retrieved from <https://geotexan.com/geotextiles/>
- HEINEMANN, Klaus. Introducción a la metodología de la investigación empírica. Barcelona: Ed. Paidotribo, 2003. 287pp. ISBN: 84-8019-678-5
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación científica. México. Mc Graw Hill. 2010. ISBN 9701057538. 736 pp.
- JORDAN, Carlos y SUAREZ, Jefferson, Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicado en las vías de acceso a la ciudadela La Milina del Cantón Salinas. Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2017. 129 pp, Disponible en <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4098>
- KOERNER, R. M. (2012). Designing with geosynthetics. (6th Editio). United States of America: Xlibris Corporation.
- MANUAL DE CARRETERAS (Perú).RD. N° 10-2014 –MTC/14. Sección suelos y pavimentos. Lima: MTC, 2014. 300 pp.
- MANUAL PAVCO. Introducción a los geosintéticos. 2da. Edición. México: Mexichem, 2016. 22 pp
- MERA, Jeans, Evaluación técnico- económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la Carretera Santa Cruz- Bellavista, distrito Bellavista-Jaén-Cajamarca”, Perú: Universidad de Cajamarca 2017. 97 pp. Disponible en <http://hdl.handle.net/11537/10543>
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2013). MANUAL DE CARRETERAS - Especificaciones Técnica Para Construcción (EG-2013). Lima: Publicaciones MEGABYTE

- NUÑEZ, Anselmo, Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geosintéticos, Perú: Universidad Nacional del Altiplano 2016. 255 pp. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2056>
- ROJAS, María, Suelo reforzado con geosintéticos: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto. Ecuador: Universidad de Cuenca. 2018. 1051 pp. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30241>
- SICHA, Gino. Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2018.
- TENSAR, E. (2009). Sistema de mejoramiento de carreteras. Geomallas de TENSAR, 20.
- TENSAR. (2017). Geogrid Designs and Systems for Areas with Traffic by Tensar Corp | Tensar International. Recuperado el 20 de febrero de 2017, a partir de <http://www.tensarcorp.com/Systems-and-Products/Tensar-geogrids/Tensar-Triax-geogrid>
- TERZAGHI, Karl, PECK, Raplh y MORETTO, Oreste. Mecánica de Suelos en la ingeniería practica” 2ª ed. Buenos Aires.1980, 722 pp. ISBN: 8470210203.
- TERZAGHI, K. (1943). Theoretical soil mechanics. New York: J. Wiley.

VIII. ANEXOS.

8.1. Matriz de consistencia

TITULO: APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA - HUACHÓN, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018						
PROBLEMA	OBJETOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Variable 1: Aplicación de geosintéticos	Función drenaje.	de Ensayo de Tracción.	Tipo de investigación: Aplicativa Enfoque: Cuantitativo Nivel; Explicativo Diseño: Experimental y pre - experimental Población: La población para esta investigación será tomada por los habitantes de los centros poblados con de los
¿Qué relación tiene la aplicación de geosintéticos en la mejora de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018?	Evaluar la mejora de la capacidad portante con la aplicación de geosintéticos de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.	La aplicación de geosintéticos mejorara la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.		Función refuerzo.	de Ensayo de Reforzamiento Dinámica.	
				Función protección	de Ensayo de Comportamiento y Ruptura de afluencia.	
				Función filtro	de Resistencia al arrancamiento	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	Variable 2: Mejorar la Capacidad Portante	Función separación.	de Ensayo de Punzonamiento con pistón CBR	
¿Cómo influye la dosificación de geosintéticos en la mejora de las propiedades físicas – mecánicas de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018?	Evaluar la influencia de la incorporación de geosintéticos en la mejora las propiedades físicas – mecánicas de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.	La dosificación de geosintéticos influye en la mejora de las propiedades físicas – mecánicas de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.		Ensayos Mecánica Suelos	de de	Análisis Granulométrico por tamizado Humedad Natural Límites de Atterberg - Limite Líquido
¿De qué manera influye la aplicación del geosintéticos en	Determinar cómo influye la aplicación de geosintéticos	La aplicación de geosintéticos influirá en la				

<p>la mejora de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018?</p> <p>Qué relación tiene las propiedades físicas – mecánicas del geosintéticos mejora de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, ¿2018?</p>	<p>en la mejora de la resistencia de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.</p> <p>Evaluar la influencia de las propiedades físicas – mecánicas del geosintéticos en la mejora de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.</p>	<p>mejora de la resistencia de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018.</p> <p>Las propiedades físicas – mecánicas del geosintéticos influye en la mejora de la capacidad portante de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco, 2018</p>		<p>- Limite Plástico</p> <p>- Índice de Plasticidad</p> <p>Clasificación de Suelos por los Métodos SUCS y AASHTO</p> <p>Proctor Modificado</p> <p>California Bearing Ratio (CBR).</p>	<p>47 km que conforma la carretera Ninacaca – Huachón</p> <p>Muestra:</p> <p>Se ha determinado como muestra al tramo de 2 km que corresponde al Centro Poblado de Chipa de la carretera Ninacaca – Huachón, departamento de Pasco.</p>
--	--	--	--	---	--

8.2. Ficha técnica del geotextil no tejido.

GEOTEXTILES NO TEJIDOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MARY

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	NT 1600	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
Módulo Cebal		N (B)	400 (60)	470 (120)	500 (13)	700 (15)	703 (15)	980 (22)	1165 (20)	1310 (25)	1510 (30)	470 (100)	550 (124)
Resistencia a la tensión		%	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Elongación													
Resistencia al punzamiento		M (B)	200 (45)	265 (60)	320 (72)	350 (79)	400 (90)	520 (116)	660 (146)	750 (169)	890 (201)	270 (61)	280 (63)
Módulo CER		BN	1.2	1.3	1.5	2.1	2.1	2.8	3.3	4.0	4.6	N.A.	N.A.
Resistencia al rasgado		M (B)	164 (37)	210 (47)	285 (62)	300 (69)	350 (79)	400 (90)	470 (106)	570 (128)	700 (158)	200 (45)	230 (52)
Resistencia al estirado		M (B)	1130 (165)	1380 (190)	1650 (240)	1794 (260)	2070 (300)	2484 (360)	3036 (440)	3519 (510)	4554 (660)	1380 (200)	1518 (220)
Módulo Mullen B, int.													
Resistencia al estallido													
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	UNIDAD	NT 1600	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
Tamaño de abertura aparente	ASTM D4751	mm N. Tamis	0.212 (70)	0.180 (60)	0.160 (60)	0.150 (100)	0.150 (100)	0.106 (140)	0.135 (120)	0.106 (140)	0.090 (120)	N.A.	N.A.
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	26×10^{-2}	27×10^{-2}	25×10^{-2}	29×10^{-2}	22×10^{-2}	2.0×10^{-2}	22×10^{-2}	17×10^{-2}	12×10^{-2}	N.A.	N.A.
Permeabilidad	ASTM D4491	s ⁻¹	2.0	1.9	1.7	1.2	1.0	1.0	1.0	0.6	0.4	N.A.	N.A.
Tasa de flujo	ASTM D4491	L/min/m ²	3330	5400	4750	4800	4400	2900	2700	1920	1200	N.A.	N.A.
Resistencia de estirado	ASTM D6140	L/m ²	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.0	3.0
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDAD	NT 1600	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
Espesor	ASTM D5199	mm	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	2.8	2.9	1.3	1.4
Resistencia UV @ 300 horas	ASTM D4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Punto de fusión	ASTM D3278	°C	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	150	150
Robo ancho	Módulo	m	3.0-3.0-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.8	3.8
Robo largo	Módulo	m	160	150	139	120	120	190	120	100	80	180	190
Robo tres	Módulo	m ²	360-600-940	325-570-600	405-494-530	430-526-480	410-456-480	451-494-530	430-476-480	330-380-400	280-304-300	684	570
FUNCIONES DEL GEOTEXTIL	NORMA	UNIDAD	NT 1600	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
Filtración			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Drenaje			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Protección			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Separación			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Estabilización			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Reconstrucción			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

8.3. Certificados de ensayos de laboratorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000727

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1
Prof. (m.) : 0.30 – 1.50

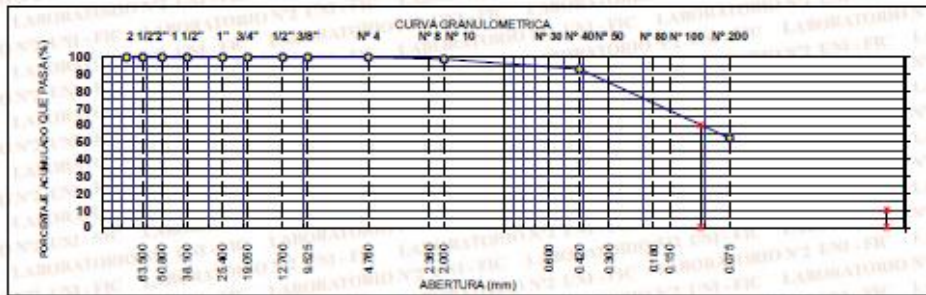
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO – ASTM D 422

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial Retenido (%)	% Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.2	0.0	0.0	100.0
2"	50.8	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.35	0.0	0.0	100.0
# 4	4.76	0.0	0.0	100.0
# 10	2	1.0	1.1	99.0
# 30	0.6	1.4	2.5	97.5
# 40	0.42	4.6	7.1	92.9
# 50	0.3	0.0	7.1	92.9
# 80	0.18	5.7	12.8	87.2
# 100	0.15	19.1	31.9	68.1
# 200	0.075	15.7	47.6	52.4
FONDO		52.4		

% Grava :	---
% Arena :	47.6
% Finos :	52.4

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318	
Limite Líquido (%) :	58.10
Limite Plástico (%) :	25.76
Índice Plástico (%) :	32.34

Contenido de Humedad ASTM D-2216 (%) : 1.78
Clasificación AASHTO : A - 7 - 6 (S)
Clasificación SUCS ASTM D-2487 : CH
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD



*Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Ejecutado por: Téc. M. Véliz C.
Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.*



[Firma]

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842
e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000728

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

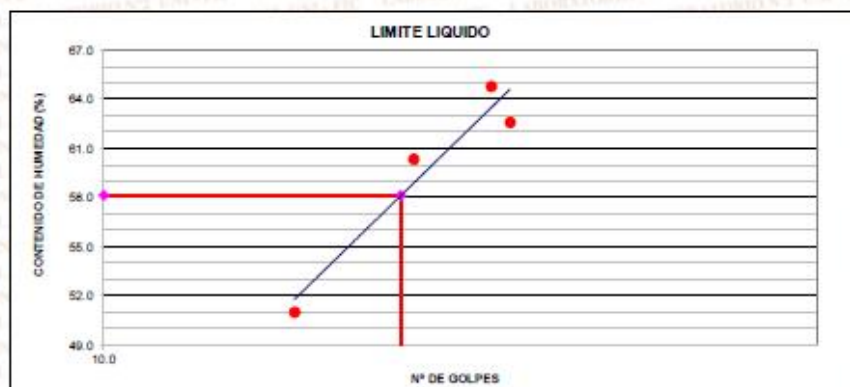
SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C - 1
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 – 1.50

LIMITES DE ATTERBERG – ASTM D 4318

N° DE GOLPES	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
	18	25	33	35	9	10	11	8
N° TARRO	1	3	7	5	9	10	11	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	45.26	48.65	49.36	48.62	20.36	21.63	22.51	20.98
TARRO + SUELO SECO	37.43	39.22	39.08	38.55	17.60	18.60	18.79	18.15
AGUA	7.83	9.43	10.28	10.07	2.76	3.03	3.72	2.83
PESO DEL TARRO	22.07	23.59	23.21	22.46	6.63	6.90	5.40	6.46
PESO DEL SUELO SECO	15.36	15.63	15.87	16.09	10.97	11.70	13.39	11.69
% DE HUMEDAD	50.98	60.33	64.78	62.59	25.16	25.90	27.78	24.21
IP: 32.34	LL: 58.10				LP: 25.76			



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000731

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Calicata : C - 1
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 - 1.50

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Método : A
 Numero de Capas : 5
 Clasificación SUCS : CH
 Clasificación AASHTO : A-7-6 (8)

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) [gr]	5388	5499	5550	5509
PESO DE MOLDE [gr]	3848	3848	3848	3848
PESO SUELO HÚMEDO [gr]	1540	1651	1702	1661
VOLUMEN DEL MOLDE [cm ³]	948	948	948	948
DENSIDAD HÚMEDA [gr/cm ³]	1.62	1.74	1.80	1.75
DENSIDAD SECA [gr/cm ³]	1.342	1.402	1.41	1.34
RECIPIENTE N°	6	8	7	10
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) [gr]	766.6	692	759	762
PESO (SUELO SECO + TARA) [gr]	661.6	389.3	630.3	620
PESO DE LA TARA [gr]	162.8	164.7	158.9	157.8
PESO DE AGUA [gr]	105	102.7	128.7	142
PESO DE SUELO SECO [gr]	498.8	424.6	471.4	462.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.05	24.19	27.30	30.72
	MÁXIMA DENSIDAD SECA [gr/cm ³]			1.414
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			26.15



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallesca C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000732

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1
Prof. (m.) : 0.30 - 1.50

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

a). - Ensayo Preliminar de Compactación.

Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.414
Optimo Contenido de Humedad (%) : 26.15

b). - Compactación de Moldes.

Table with 4 columns: MOLDE N°, I, II, III. Rows include N° de capas, Numero de golpes/capa, Densidad Seca (gr/cm³), and Contenido de Humedad.

c). - Cuadro C. B.R. Para 0.1 Pulg. de Penetración.

Table with 5 columns: MOLDE, Penetración (pulg), Presión Aplicada (Lb/pulg²), Presión Patrón (Lb/pulg²), C.B.R. (%). Rows I, II, III.

C.B.R. Para el 100% de M.D.S. : 13.5 %
C.B.R. Para el 95% de M.D.S. : 3.0 %

d). - Expansión (%): NP

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Valdeca C.
Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Handwritten signature of Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842
e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000733

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

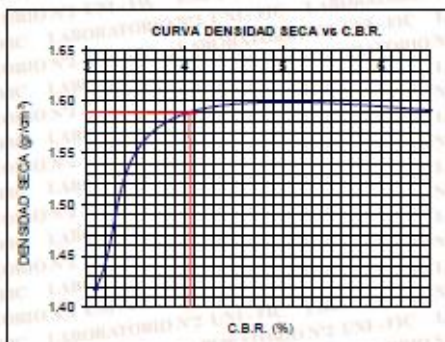
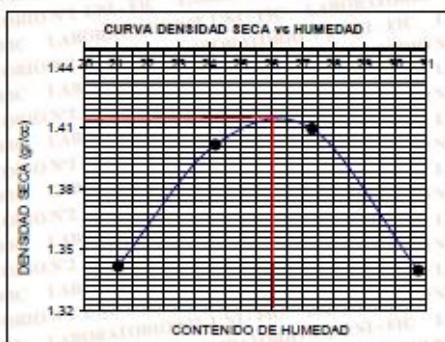
INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
 UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
 FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.502
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 26.13
 C.B.R. al 100% de la MDS (%) : 13.5
 C.B.R. al 95% de la MDS (%) : 3.0

Calicata : C - 1
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 - 1.50



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallesca C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000734

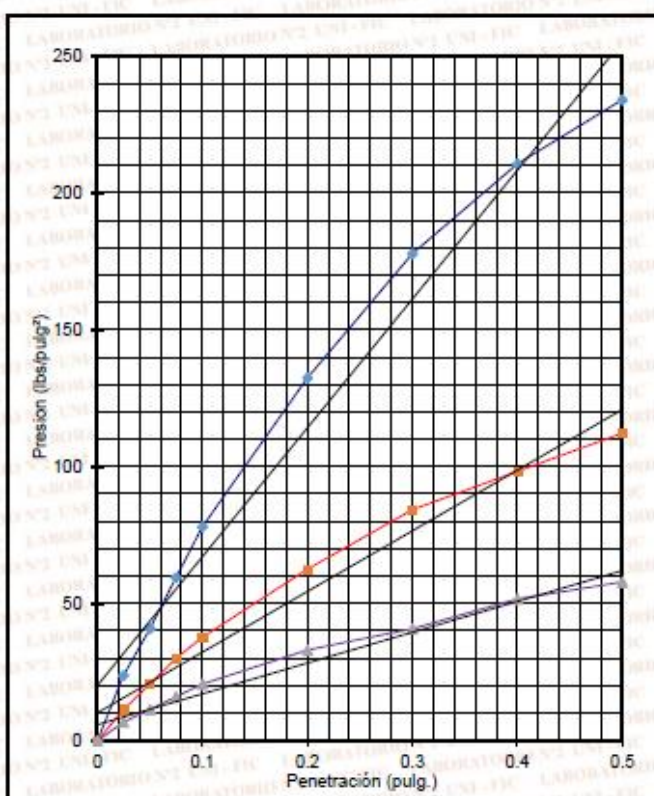
Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof. (m.) : 0.30 - 1.50



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000735

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
 UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
 FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C - 2
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 – 1.50

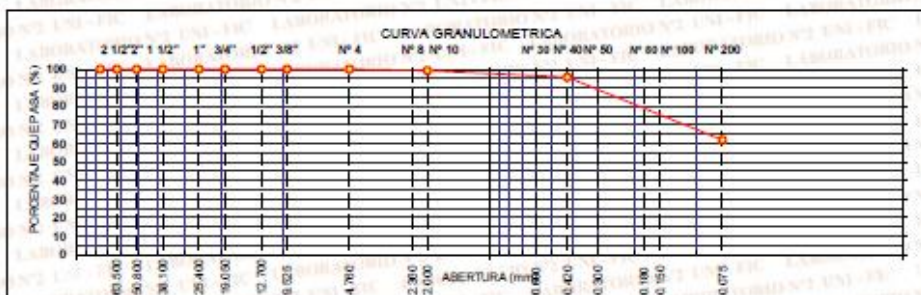
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO – STM D 422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	% Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.2	0.0	0.0	100.0
2"	50.8	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.35	0.0	0.0	100.0
#4	4.75	0.0	0.0	100.0
#10	2	1.6	1.6	98.4
#30	0.6	1.9	3.5	96.5
#40	0.42	4.2	7.7	92.3
#50	0.3	0.0	7.7	92.3
#80	0.18	5.2	12.9	87.1
#100	0.15	14.6	27.5	72.5
#200	0.075	23.6	51.1	48.9
FONDO		48.9		

% Grava :	---
% Arena :	51.10
% Finos :	48.90

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318	
Limite Líquido (%) :	65.63
Limite Plástico (%) :	23.90
Índice Plástico (%) :	41.73

Contenido de Humedad ASTM D-2216 (%) : 14.10
 Clasificación AASHTO : A - 7 - 6 (7)
 Clasificación SUCS ASTM D-2487 : SC
 ARENA ARCILLOSA



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallesca C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000736

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

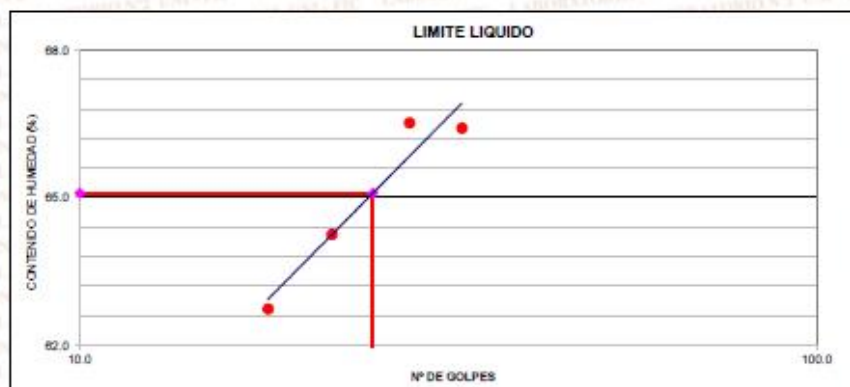
SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA - HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C - 2
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 - 1.50

LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318

N° DE GOLPES	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
	18	22	28	33				
N° TARRO	1	3	5	7	2	4	6	8
TARRO + SUELO HUMEDO	35.30	37.65	33.55	32.54	22.36	20.85	21.85	20.41
TARRO + SUELO SECO	30.20	32.15	29.12	28.75	19.01	18.40	18.88	17.55
AGUA	5.10	5.50	4.43	3.79	3.35	2.45	2.97	2.86
PESO DEL TARRO	22.07	23.59	22.46	23.21	5.90	6.50	6.33	6.46
PESO DEL SUELO SECO	8.13	8.56	6.66	5.54	13.11	11.90	12.55	11.09
% DE HUMEDAD	62.73	64.25	66.52	68.41	25.55	20.59	23.67	25.79
IP: 41.73	LL: 65.63				LP: 23.90			



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000739

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Calicata : C - 2
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 - 1.50

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Método : A
 Numero de Capas : 5
 Clasificación SUCS : SC
 Clasificación AASHTO : A-7-6 (7)

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) [gr]	11635	11559	11160	11864
PESO DE MOLDE [gr]	7534	7492	7414	7414
PESO SUELO HÚMEDO [gr]	4101	4067	3746	4450
VOLUMEN DEL MOLDE [cm ³]	2117	2085	2119	2119
DENSIDAD HÚMEDA [gr/cm ³]	2	2	2	2
DENSIDAD SECA [gr/cm ³]	22	23	25	16
RECIPIENTE N°	2	2	1	2
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) [gr]	S/N	S/N	S/N	69
PESO (SUELO SECO + TARA) [gr]	831	940	920	1063
PESO DE LA TARA [gr]	702	795	772	958
PESO DE AGUA [gr]	129	146	148	103
PESO DE SUELO SECO [gr]	124	156	170	309
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	577	639	601	649
MÁXIMA DENSIDAD SECA [gr/cm ³]				1.509
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				21.14



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téo M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000740

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Calicata : C - 2
Muestra : M - 1
Prof. (m.) : 0.30 - 1.50

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

a). - Ensayo Preliminar de Compactación.

Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.509
Optimo Contenido de Humedad (%) : 21.14

b). - Compactación de Moldes.

Table with 4 columns: MOLDE N°, I, II, III. Rows include N° de capas, Numero de golpes/capa, Densidad Seca (gr/cm³), and Contenido de Humedad.

c). - Cuadro C. B.R. Para 0.1 Pulg. de Penetración.

Table with 5 columns: MOLDE, Penetración (pulg), Presión Aplicada (Lb/pulg²), Presión Patrón (Lb/pulg²), C.B.R. (%). Rows I, II, III.

C.B.R. Para el 100% de M.D.S. : 14.1 %
C.B.R. Para el 95% de M.D.S. : 4.8 %

d). - Expensión (%): NP

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Ejecutado por: Téc. M. Valdeca C.
Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Handwritten signature of Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842
e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000741

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

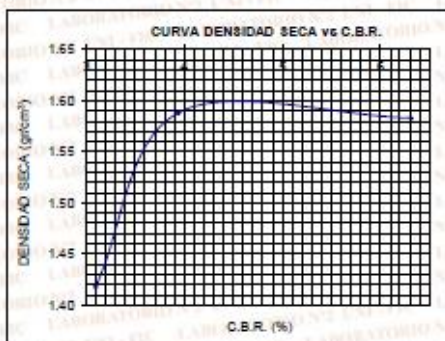
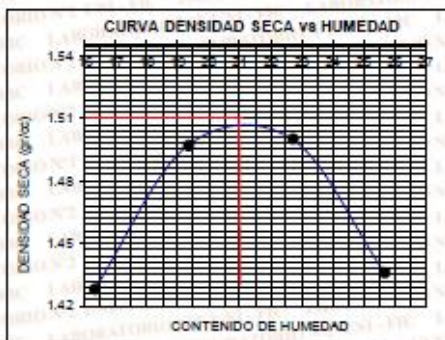
INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.502
Optimo Contenido de Humedad (%) : 26.13
C.B.R. al 100% de la MDS (%) : 14.10
C.B.R. al 95% de la MDS (%) : 4.8

Calicata : C - 2
Muestras : M - 1
Prof. (m.) : 0.30 - 1.50



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Ejecutado por: Téc. M. Vallesca C.
Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Handwritten signature of Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842
e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000742

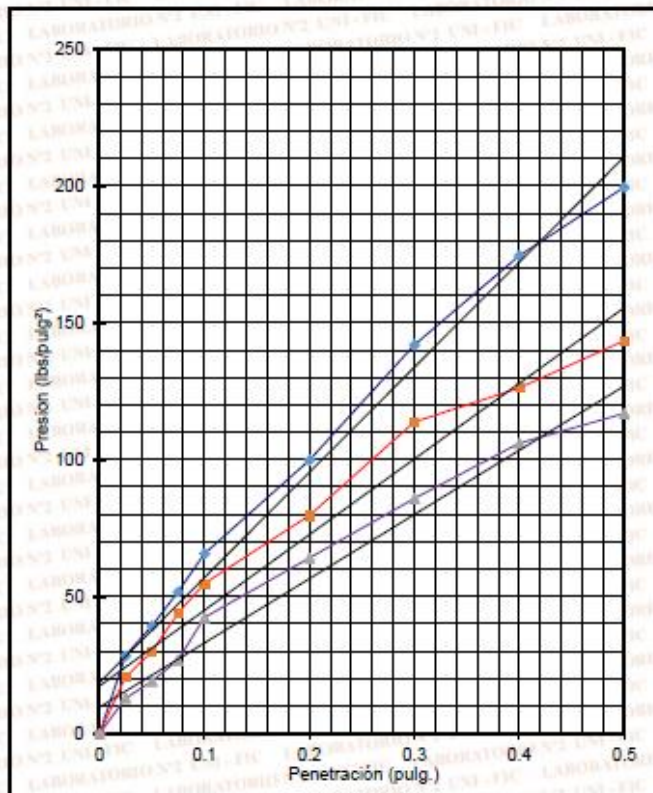
Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

Calicata : C - 2
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 - 1.50



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000743

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C - 3
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 – 1.50

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO – STM D 422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	% Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.2	0.0	0.0	100.0
2"	50.8	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.35	0.0	0.0	100.0
# 4	4.76	0.0	0.0	100.0
# 10	2	0.7	0.7	99.3
# 30	0.6	1.5	2.2	97.8
# 40	0.42	2.2	4.4	95.6
# 50	0.3	0.0	4.4	95.6
# 80	0.18	4.1	8.5	91.5
# 100	0.15	10.8	19.3	80.7
# 200	0.075	19.0	38.3	61.7
FONDO		61.7		

% Grava :	---
% Arena :	38.30
% Finos :	61.70

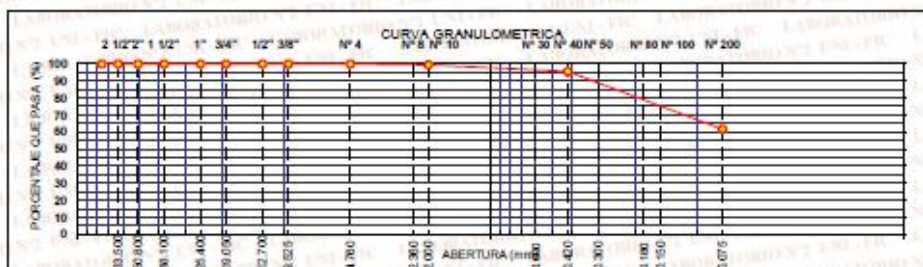
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318	
Limite Líquido (%) :	63.68
Limite Plástico (%) :	44.83
Índice Plástico (%) :	18.85

Contenido de Humedad ASTM D-2216 (%) : 13.81

Clasificación AASHTO : A - 7 - 6 (11)

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : CH

ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallesca C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



[Firma]

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000744

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

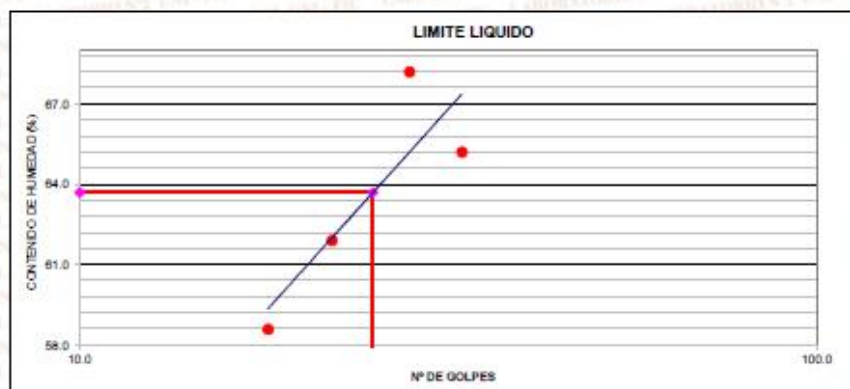
SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C - 3
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 – 1.50

LIMITES DE ATTERBERG – ASTM D 4318

N° DE GOLPES	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
	18	22	28	33	3	5	7	9
N° TARRO	2	4	6	8	3	5	7	9
TARRO + SUELO HUMEDO	38.91	38.60	35.21	36.84	22.56	23.65	22.58	21.85
TARRO + SUELO SECO	33.21	32.12	30.15	31.26	18.26	17.59	16.90	17.85
AGUA	5.70	6.48	5.06	5.58	4.30	6.06	5.68	4.00
PESO DEL TARRO	23.48	21.65	22.73	22.70	6.30	6.32	6.37	6.63
PESO DEL SUELO SECO	9.73	10.47	7.42	8.56	11.96	11.27	10.53	11.22
% DE HUMEDAD	58.58	61.89	68.19	65.19	35.95	53.77	53.94	35.65
IP: 18.85	LL: 63.68				LP: 44.83			



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



[Signature]

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000747

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Calicata : C - 3
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 - 1.50

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Método : A
 Numero de Capas : 5
 Clasificación SUCS : CH
 Clasificación AASHTO : A-7-6 (11)

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) [gr]	11635	11559	11160	11864
PESO DE MOLDE [gr]	7534	7492	7414	7414
PESO SUELO HÚMEDO [gr]	4101	4067	3746	4450
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2117	2085	2119	2119
DENSIDAD HÚMEDA [gr/cm ³]	2	2	2	2
DENSIDAD SECA [gr/cm ³]	22	23	25	16
RECIPIENTE N°	2	2	1	2
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) [gr]	S/N	S/N	S/N	69
PESO (SUELO SECO + TARA) [gr]	831	940	920	1063
PESO DE LA TARA [gr]	702	795	772	958
PESO DE AGUA [gr]	129	146	148	103
PESO DE SUELO SECO [gr]	124	156	170	309
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	577	639	601	649
MÁXIMA DENSIDAD SECA [gr/cm ³]				1.447
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				19.71



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téo M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000748

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Calicata : C - 3
 Muestra : M - 1
 Prof. (m.) : 0.30 – 1.50

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

a). - Ensayo Preliminar de Compactación.

Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.447
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 19.71

b). - Compactación de Moldes.

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	12
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.629	1.585	1.453
Contenido de Humedad	22.36	22.84	24.65

c). - Cuadro C. B.R. Para 0.1 Pulg. de Penetración.

MOLDE	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	122	1000	12.2
II	0.1	93	1000	9.3
III	0.1	35	1000	3.5

C.B.R. Para el 100% de M.D.S. : 12.2 %
 C.B.R. Para el 95% de M.D.S. : 3.9 %

d). - Expansión [%]: NP

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000749

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

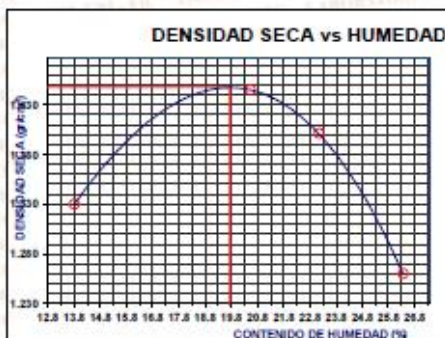
INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZZANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.502
Optimo Contenido de Humedad (%) : 26.13
C.B.R. al 100% de la MDS (%) : 12.2
C.B.R. al 95% de la MDS (%) : 3.

Calicata : C - 3
Muestras : M - 1
Prof. (m.) : 0.30 - 1.50



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.
Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Handwritten signature of Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842
e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000750

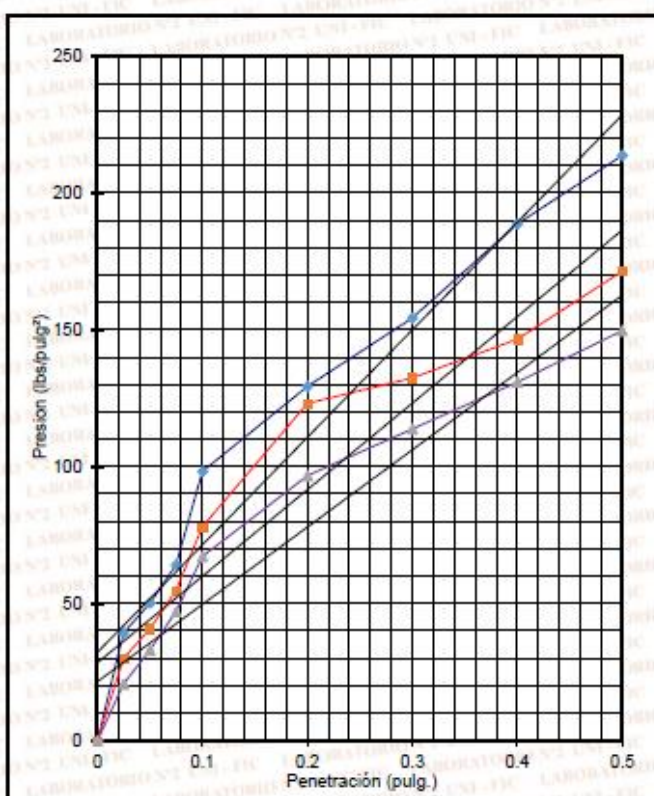
Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

Caliceta : C-3
 Muestra : M-1
 Prof. (m.) : 0.30 - 1.50



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000753

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Muestra : M - 1
 Geotextil : 1 Malla

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

a). - Ensayo Preliminar de Compactación.

Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.679
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 18.52

b). - Compactación de Moldes.

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	12
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.579	1.552	1.470
Contenido de Humedad	18.52c	18.52	18.52

c). - Cuadro C. B.R. Para 0.1 Pulg. de Penetración.

MOLDE	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	149	1000	14.9
II	0.1	72	1000	7.2
III	0.1	42	1000	4.2

C.B.R. Para el 100% de M.D.S. : 14.9 %

C.B.R. Para el 95% de M.D.S. : 4.1 %

d). - Expansión (%): 0.0

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



[Signature]

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000756

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Muestra : M - 2
Geotextil : 1 Malla

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

a). - Ensayo Preliminar de Compactación.

Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.693
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.31

b). - Compactación de Moldes.

Table with 4 columns: MOLDE N°, I, II, III. Rows include N° de capas, Numero de golpes/capa, Densidad Seca (gr/cm³), and Contenido de Humedad.

c). - Cuadro C. B.R. Para 0.1 Pulg. de Penetración.

Table with 5 columns: MOLDE, Penetración (pulg), Presión Aplicada (Lb/pulg²), Presión Patrón (Lb/pulg²), C.B.R. (%). Rows I, II, III.

C.B.R. Para el 100% de M.D.S. : 13.6 %
C.B.R. Para el 95% de M.D.S. : 4.6 %

d). - Expansión (%): 0.0

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Ejecutado por: Téc. M. Vallejos C.
Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Handwritten signature of Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842
e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000759

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 729-1-1

SOLICITANTE : JULIO GUILLERMO YI CUZCANO
PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA
 NINACACA – HUACHON, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018.
UBICACIÓN : NINACACA - HUACHON
FECHA : 17 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

Muestra : M - 3
 Geotextil : 1 Malla

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

a). - Ensayo Preliminar de Compactación.

Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.542
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 13.97

b). - Compactación de Moldes.

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	12
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.542	1.454	1.441
Contenido de Humedad	13.97	13.97	13.97

c). - Cuadro C. B.R. Para 0.1 Pulg. de Penetración.

MOLDE	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	13.1	1000	13.1
II	0.1	101	1000	10.1
III	0.1	91	1000	9.1

C.B.R. Para el 100% de M.D.S. : 13.1 %

C.B.R. Para el 95% de M.D.S. : 5.1 %

d). - Expansión (%): 0.0

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Téc. M. Vallesca C.

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

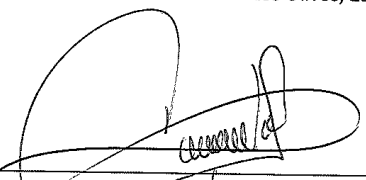
Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Mag. Luis Alberto Vargas Chacaltana, docente de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

"APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA – HUACHÓN, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018", del estudiante JULIO GUILLERMO YI CUZCANO, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender, la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 29 de octubre del 2019.

Mgtr. 
D.N.I.: 09389936
Asesor

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Aplicación de geométricos para mejorar la capacidad portante de la Carretera Ninaoaca Huachón, Departamento de Pisco, 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

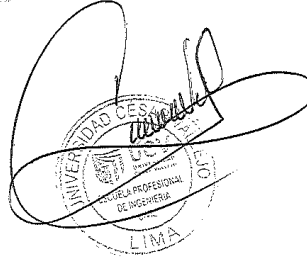
Autor:
JULIO GUILLERMO YI CUZCANO

Asesor:
Mg. Ing. VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO

Línea de Investigación:
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA - PERÚ

2018



Resumen de coincidencias

20 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias		
1	Entregado a Universida... Trabaja en estudiante	5 % >
2	repositorio.uclm.edu.pe Fuente de internet	3 % >
3	docplayer.es Fuente de internet	1 % >
4	es.scribd.com Fuente de internet	1 % >
5	Entregado a Universida... Trabaja en estudiante	1 % >
6	Entregado a Universida... Trabaja en estudiante	1 % >
7	Entregado a Universida... Trabaja en estudiante	1 % >
8	repositorio.uclm.edu.pe Fuente de internet	1 % >
9	Entregado a Universida... Trabaja en estudiante	1 % >
10	repositorio.uclm.edu.pe Fuente de internet	<1 % >



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

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

Yo Yi. CUZZANO, Julio Guillermo, identificado con DNI N° 40.303.666
egresado de la Escuela Profesional de INGENIERIA de la
Universidad César Vallejo, autorizo () No autorizo () la divulgación y
comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado
" APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS PARA MEJORAR LA
CAPACIDAD PORTANTE DE LA CARRETERA NINACACA -
HUACHÓN, DEPARTAMENTO DE PASCO, 2018 "
en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),
según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de
Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

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


FIRMA

DNI: 40303666

FECHA: 12 de NOVIEMBRE de 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL (FORMA) DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

YI CURCUMO JULIO EDILBERTO

INFORME TITULADO:

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD
PORTANTE DE 2ª CARRETERA NINACACA - HUACHO, DEPARTAMENTO DE
PASCO, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero (a) Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

14/12/2018

NOTA O MENCIÓN

14 (CATORCE)

Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil