



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu -Moyobamba, 2020.**

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Dávila Perea, Mark Antony (ORCID: 0000-0001-8837-9745)

Pérez Taype, Katherine Beatriz ( ORCID: 0000-0003-0497-4059)

**ASESORA:**

Mg. Lavado Enríquez, Juana Maribel (ORCID: 000-0001-9852-4651)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

MOYOBAMBA - PERÚ

2020

## DEDICATORIA

### **A Jesucristo**

Por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y haberme dado Salud para lograr mis objetivos.

Gracias por darme paciencia conmigo

mismo, por guiarme por buenos caminos, y brindarme tu infinito amor.

Gracias a ti mi dios que nos dices:

Esfuézate, sé valiente, **TÚ**

**PUEDES.**

### **A mis queridos padres Rosario**

#### **Isabel y Estenio**

Por su amor y apoyo incondicional

Sus consejos y alegrías.

Por ser padres y amigos, **GRACIAS.**

### **A mis hermanos Hesselt y Erika.**

Por su amor, su motivación, sus alegrías y sobre todo su amor durante los días de mi vida.

### **A mi amiga**

Katherine Beatriz Pérez Taype.

*Bach. Mark Antony Dávila Perea.*

## DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por renovar nuestras fuerzas e impulsarnos en nuestra carrera profesional con su infinito amor y bondad.

En honor a mis queridos padres y hermanos, por su constante apoyo incondicional e inculcarnos valores a lo largo de nuestras vidas, siendo ellos el principal motivo de inspiración para alcanzar nuestras metas.

A nuestros docentes, que formaron parte de este proceso integral de formación académica, por compartir constantemente todas sus enseñanzas con nosotros y por su paciencia.

*Bach. Katherine Beatriz Pérez Taype*

## **Agradecimiento**

Agradecemos a nuestra Asesora Mg. Lavado Enríquez, Juana Maribel; de la Universidad quienes, con sus experiencias, conocimientos y motivación nos orientaron por un buen camino en la Investigación

A cada uno de nuestros padres por ser los pilares fundamentales durante todo nuestro estudio y siempre haber confiado en nosotros, pese a las adversidades y los inconvenientes que se presentaron.

Quiero expresar mi gratitud a DIOS por brindarnos los conocimientos necesarios junto con la paciencia para culminar con éxito las metas que nos hemos propuesto.

*Los autores*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Bases Teóricas.....	9
2.2.1. Variable Independiente.....	9
2.2.2. Variable Dependiente.....	9
2.2.3. Subrasante.....	9
2.2.4. base.....	9
2.2.4. California bearing ratio (CBR).....	10
2.2.5. Geosintéticos.....	11
2.2.6. (Índice medio diario anual) IMDA.....	11
2.3. Empaque y Almacenamiento.....	11
2.4. Perfeccionamiento de Pavimento y aplicaciones.....	13
2.5. Consolidación de la Subrasante.....	13
2.3.11. Módulo resiliente o dinámico.....	14
2.3.12. Resolución de la equivalencia resiliente de acuerdo a (AASHTO 93).....	15
2.3.13. Resolución de la equivalencia del patrón resiliente de diseño.....	16
2.3.14. Diseño de pavimentos.....	17
2.3.15. Diseño estructural del pavimento.....	18
2.3.16. Diseño de pavimentos actuales.....	18
2.3.17. Módulo Resiliente.....	19
2.3.18. Escenario Ambiental.....	21
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo Y Diseño De Investigación.....	22
3.2. Variables Y Operacionalización.....	22
3.3. Población, Muestra Y Muestreo.....	22

3.4.	Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos.....	24
3.5.	Procedimientos .....	25
3.5.1.	Plan de diseño de carretera no pavimentada. (Diseño tradicional) .....	25
3.5.2.	Procedimiento a tomar en cuenta para de refuerzo.....	28
3.5.3.	Proceso del boceto para un pavimento reforzado.....	31
3.5.4.	Análisis de la colocación de geosintéticos en vías no pavimentados.....	31
3.5.5.	Tipos de geomallas.....	32
3.5.5.1.	De acuerdo por su función.....	33
3.5.6.	Propiedades y especificaciones mínimas para geomallas .....	35
3.5.7.	Acopio y transporte de geomallas.....	36
3.5.8.	Ejecución de trabajos con geomallas.....	37
3.5.9.	Plan de diseño en caminos no pavimentados (Reforzado con geomalla)	39
3.5.10.	Método De Análisis De Datos.....	45
3.6.	Aspectos éticos.....	46
IV.	RESULTADOS.....	47
4.1.	Canteras.....	47
4.1.1.	Estudio de Canteras.....	47
4.1.2.	Localización.....	47
4.1.3.	Evaluación de Canteras.....	48
4.1.4.	Fuente de Agua.....	49
4.2.	Estudio Topográficos .....	50
4.2.1.	Tráfico.....	50

4.2.2.	Demanda Actual.....	54
4.2. 3.	Estudio de la Vía.....	55
4.3.	Trabajo de Campo.....	56
4.4.	Trabajo de Laboratorio.....	59
4.5.	Diseño de la Estructura del Pavimento.....	61
4.5.1.	Cálculo Realizado.....	63
4.5.2.	Verificación de Diseño.....	66
4.5.3.	Tráfico de Diseño.....	67
4.6.	Análisis deCostos Unitarios.....	69
4.7.	Análisis Comparativo de Costos de Diseño.....	71
V.	DISCUSIÓN.....	75
5.1.	Resultados del uso deGeomalla Triaxial.....	77
VI.	CONCLUSIONES.....	78
VII.	RECOMENDACIONES.....	79
VIII.	PROPUESTA.....	80
	REFERENCIAS.....	81
	ANEXOS.....	99
	Matriz de consistencia	
	Validación de instrumentos	
	Informe de laboratorio	
	Actas	
	Porcentaje de similitud Turnitin	
	Panel fotografico	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Según el último Censo del 2017 a nivel de todo el departamento de San Martín	23
Tabla N°2: Clases de las carreteras según el tráfico.	19
Tabla N°3: Cálculo de los factores destructivos poreje equivalente	26
Tabla N°4: Cuadro de reconocimiento de los cargos esenciales y geosintéticos.	31
Tabla N°5: Propiedades de la geomalla multiaxial TX 130S	34
Tabla N°6: Índices con valores reportados	34
Tabla N°7: Referencias de Carga envehículos militares	38
Tabla N°8: Factores de capacidad de carga reforzada	39
Tabla N°9: Presupuesto total.	44
Tabla N°10: Presupuesto detallado	44
Tabla N°11: Cronograma de Ejecución	47
Tabla N°12: Operacionalización de variables	51
Tabla N°13: Elaboración propia por los tesistas el año 2020.	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Almacenamiento de los rollos de Geomallas Triax (horizontalmente	12
Figura N°2: La Geomalla TriAx hace frente a los suelos blandos con facilidad y proporciona una sólida plataforma de construcción	14
Figura N°3: Esfuerzo en un pavimento bajo carga en movimiento	18
Figura N°4: Deformación plástica y resiliente en un ciclo de carga.	19
Figura N°5: Ciclos de histéresis presentados en el material	20
Figura N°6: Espesor del afirmado	27
Figura N°7: resistencia lateral	18
Figura N°8: Reparto de la zona de refuerzo.	28
Figura N°9: Reforzamiento de la capacidad portante.	29
Figura N°10: Efecto de zapato de nieve	29
Figura N°11: Resultado de atirantado en la membrana	30
Figura N°12: Geomalla Uniaxial	32
Figura N°13: Geomalla BX	33
Figura N°14.: Geomalla TX	33
Figura N°15: Despliegue de la geomalla en situ	36
Figura N°16: vaciado del material granular en campo	37
Figura N°17: Referencias de Carga en vehículos militares	38
Figura N°18: Factores de capacidad de carga reforzada	39
Figura N°19: Gráfico del plan de diseño de pavimento para cargas de rueda sencilla (Capa de rodadura de base)	41
Figura N°20: Plan del diseño de pavimento para cargas de rueda doble	42
Figura N°21: Puntos de vista a tener en cuenta para la toma de decisiones.	43

## RESUMEN

El presente estudio tiene como principal objetivo proponer y conocer la Geomalla Triaxial (tipo de geosintéticos), como alternativa para estabilización de suelos en la estructura del pavimento de acuerdo a las condiciones de suelos finos, plásticos y arcillosos, en el Diseño estructural del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu - Nuevo Progreso - Moyobamba, 2020.

Así mismo, proporcionar a los profesionales de la actividad de Construcción e Ingeniería de la Región San Martín en la especialidad de Caminos, la información técnica necesaria para tener en cuenta en el diseño de carreteras, que se realicen en suelos con plasticidad alta.

El nivel de la investigación, es explicativa, porque pretende determinar la relación causal que existe entre las variables de estudio.

Como población de estudio para el presente informe, corresponde desde el Emp. SM-113 (localidad de Pueblo Libre), hasta llegar a la Comunidad Nativa de Nuevo Progreso. Con un total de Longitud del tramo para el mejoramiento de 11,826 Km.

**Palabra clave:** Geomalla triaxial, pavimento, subrasante

## ABSTRACT

The main objective of this study is to propose and learn about the Triaxial Geogrid (type of geosynthetics), as an alternative for stabilizing soils in the pavement structure according to the conditions of fine, plastic and clay soils, in the structural design of the pavement with the use of triaxial geogrid, to improve the stabilization of the Shimiyacu - Nuevo Progreso - Moyobamba neighborhood road, 2020.

Likewise, provide professionals in the Construction and Engineering activity of the San Martin Region in the specialty of Roads, the technical information necessary to take into account in the design of roads, that they are carried out on soils with high plasticity.

The level of research is explanatory, because it aims to determine the causal relationship that exists between the study variables.

As the study population for this report, it corresponds from Emp. SM-113 (Pueblo Libre town), until you reach the Native Community of Nuevo Progreso. With a total length of the section for the improvement of 11,826 km.

**Keyword:** Triaxial Geogrid, Pavement, Subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país se vienen realizando constantemente obras viales con el propósito de contribuir con el proceso de todas nuestras regiones, se vean beneficiadas, la metodología que necesitamos que se integre a toda obra ya sea de saneamiento, y carreteras principales nuestro Perú se tienen en cuenta que debemos contar con materiales de excelente calidad, pero no es suficiente con esto, por ello la necesidad de emplear la geomalla como alternativa de solución, apoyándose debidamente con los estudios esenciales como lo es el ensayo en CBR (PADILLA R., A. 2015; p. 86).

Silva Arce (como se citó en Mengelt, 2000, párr.1) “Un 80 por ciento de la cantidad de vías existentes en el mundo carecen de pavimentar, estos a su mayoría enfrentan una baja transitabilidad debido a factores como de confort u gasto, según la Asociación de oficiales de carreras y transporte del estado (AASHTO) el 20 por ciento de las vías pavimentadas tienden a fallar debido a una carencia de resistencia estructural, en Colombia la vía del valle de Cali está dividida entre la vía de malla local , en el cual el 56% de la vía se encuentra en pésimas condiciones el cual afecta y repercute directamente en el ciudadano promedio que utiliza la vía como conexión principal y la vía artificial en un 18 % , teniendo también como afectada a la malla vial con un 36 % en mal estado , esto afianza la necesidad de la búsqueda de soluciones con la utilización de recursos disponibles y eficaces para la subsanación del problema , es por esta razón que se busca como medida el desarrollo de materiales innovadores que a su vez sean sostenibles y amigables con el medio ambiente, esto buscando reducir los costos de producción y operacionales , y reduciendo el mantenimiento periódico”

Para Mera Heredia (como se citó en Cruz Vargas, 2013, párr.2) “en los EE.UU, los geosintéticos vienen siendo empleados para estabilizar las zonas pantanosas en las carreteras, una de ellas se encuentra aproximadamente cerca de las regiones naturales del Ecuador, dichas condiciones que estas zonas presentan son desfavorables para tener un diseño de pavimento óptimo tal es el caso de la ciudad denominado <la Ciudad de los Vientos>, donde el proceso de comprensión de vías es para mejorar con la ayuda del

geotextil”, nuevamente. Mera Heredia (como se citó en CONIRSA 2007, párr.4), hace referencia que en nuestro país, una de las características que más resaltan sobre nuestras carreteras principales, es que estas zonas son de llanura aluvial presentando una escasez en material granular, tal y como se presentó en la ruta vial interoceánica sur Perú (IIRSASur), este es el tramo que inauguró la conexión entre los puertos marítimos San Juan de Marcona, con las ciudades del sur de nuestra sierra peruana del sur; donde se incluyó como parte del proceso constructivo a la geomalla biaxial ya que en el área de trabajo se presentó un suelo de baja calidad y los resultados que se obtuvieron fueron favorables logrando un mayor nivel en la aptitud portante del suelo, además de esto también se solucionan otras circunstancias adjuntas como son, la eficacia en el tiempo de construcción y la compactación de los elementos de la subrasante, hicieron que este proceso sea una solución técnica y económicamente” (MENÉNDEZ, J. 2016; p.68), menciona que, el encontrar fallas estructurales en la vía, como grietas son consecuencias que en parte ocasiona el tráfico, acortando la propagación de las fuerzas transversales, esto disminuyendo las propiedades mecánicas de las capas que la conforman, el procedimiento que se empleó para solucionar este problema es el tendido de una nueva capa de asfalto, sin embargo, la experiencia ha demostrado que, con el paso del tiempo, si las condiciones del tráfico varían o disminuyen, las fisuras aparecen nuevamente en la nueva capa”.

Para MINAYA S. Y ORDOÑEZ, A. (2016), El empleo de carpetas de rodadura para solucionar las fisuras y/o grietas que está presentando dificultades en el tráfico y en la vida útil de la vía, esto es una opción antieconómica y de pobre manejo, esto se debe a que el mecanismo de comunicación de resultantes en las tensiones paralelas a la sección transversal, esto ocurre debido a la interrupción de las fuerzas, ocasionando deslizamientos entre la capa superior e inferior (p. 32).

Para López Miguel (2019), “menciona los beneficios de la geomalla triaxial, y de su aplicación y que esta puede ser una de las alternativas con una mejor opción técnica y económica para obras viales en la provincia de Pasco, esta

técnica se está empleando en el país y en sus departamentos a paso lento recién estos últimos años está atrayendo el interés es las propiedades que brinda no solo de manera técnica sino que también de manera socioeconómica, este propósito ínsito a la investigación del autor donde busca incentivar el uso y la inclusión de la geomalla en la norma de carreteras del MTC de manera que brinda una posible alternativa en el diseño y levantamiento de carreteras” (p.7).

“En los últimos años para la sociedad en especial para la ingeniería, se están presentado procesos constructivos donde la metodología que se utiliza es innovadora en la construcción sumándose al progreso de nuevas obras y se plantea como un posible recurso en cuestión de saneamiento o infraestructura vial, las herramientas que tenemos al alcance hoy por hoy gracias a la tecnología, además de ser una solución económica y rentable” (ORREGO, D. 2014; p 46).

Hoy en día se pueden hallar investigaciones realizadas acerca de procedimientos técnicas de estabilización en los suelos, la gran mayoría menciona el empleo de agentes ya sean naturales como también químicos, esto con el propósito de obtener una mejorar en acrecentar la eficacia portante del suelo para llevar a cabo una obra fehaciente y perdurable, dentro de los procedimientos técnicos de estabilización de suelos que existen, la estabilización con el apoyo de geosintéticos se está acrecentando en varias partes del mundo. En el Perú hoy por hoy, su aplicación viene siendo tardía, pero con sugerencias y efectos favorables sobre el empleo de esta herramienta en proyectos viales, en nuestro país al tener unadiversidad climática y geológica entre todas sus regiones, en particular nuestra región San Martín es muy eventual toparse con suelos de muy mala calidad, pernicioso para cualquier tipo de pavimento, por esta razón en esta investigación se evaluará los beneficios de utilizar una geomalla triaxial para estabilizar los suelos de baja capacidad portante de un tramo (López Miguel. A, 2019, p.15). Así mismo, proporcionar a los profesionales de la actividad de Construcción e Ingeniería de la Región San Martín en la especialidad de Caminos.

Es por ello que nos planteamos la siguiente formulación del problema: ¿Cómo mejora el uso de la geomalla triaxial en el diseño de la estructura del pavimento para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu - Nuevo Progreso - Moyobamba?

Definitivamente el uso de nuevas tecnologías en el ámbito de la construcción se ha convertido en una revolución en avances de productividad y eficacia cuando son correctamente empleadas, tecnologías en que la región San Martín aún es ajena a estas, la geomalla triaxial con sus aportes a la estabilización de estructuras de pavimentos solucionaría muchas de las diversas afectaciones que constantemente se suelen percibir en nuestras carreteras distritales con mucho más notoriedad, las consecuencias que traen estas afectaciones involucran a la economía regional ya que la principal fuente de economía es la agricultura, esta se ve afectada con los difíciles conexiones viales hacia el centro de la ciudad, lo cual a la larga trae pérdidas y no facilita el desarrollo y progreso.

La investigación se justifica por su importancia teórica ya que nuestra investigación se basa en cada uno de nuestros autores citados, esto para sustentar nuestro objetivo principal que es la implementación de las geomallas en construcciones de carreteras y tramos rurales, esta contribución de toda la información recolectada y analizada, es para sugerir la implementación de geomalla, para todos nuestros colegas y estudiantes que estén interesados en la utilización de esta innovadora técnica y material. Se justifica metodológicamente ya que nuestro proyecto de investigación pretende recopilar información pertinente que sirvan como fuente de material bibliográfico para próximos proyectos desarrollados en la Región San Martín u otros, como estudiantes buscamos brindar nuevos métodos de la integración de esta en nuestra sociedad, para permitir por medio de la investigación contribuir a que todos los pobladores que necesitan la atención y el buen servicio de una carretera que cumpla todas las necesidades que implica y no se vean en la necesidad de poner su salud en riesgo. Así mismo la investigación tiene relevancia práctica, está reflejada en los estudios que se realizarán para demostrar que todo el proceso de construcción donde se utiliza a la geomalla con el propósito de ir perfeccionando, nuestro trabajo

como futuros ingenieros, es en poder realizar trabajos que sean fáciles de aplicar pero siempre cumpliendo, las exigencias de ésta de modo que para mejorar la estabilización de los suelos con bajas propiedades con las que cuenta la región y algunos lugares nuestros centros poblados, como también se justifica por la parte de conveniencia ya que los aportes económicos que respalda este trabajo de investigación permitirá que nuestra Región impulse las obras de transporte vial, donde en la actualidad muchas de ellas se encuentran en el olvido de nuestras autoridades, donde solo dan falsas esperanzas, para la construcción de carreteras, es que donde nuestro proyecto permite ser factible y sobre todo rentable para nuestra sociedad, donde el sistema de trabajo planteado cumple con mejorar y ampliar, retrasar la mayor parte posible el deterioro de nuestra carreteras. Se justifica por la parte de relevancia social ya que, en nuestro país, existe una necesidad grande de obras de infraestructura vial, que integren pueblos para el desarrollo y progreso de su población. Los procedimientos convencionales de construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito presentan nuevos desafíos para los ingenieros de las instituciones públicas y privadas de la región San Martín en el diseño del pavimento con el uso de nuevas tecnologías. El refuerzo es una de las ventajas más estudiadas en estas literaturas donde todas concluyen que este material proporciona una mejor resistencia a la tracción a los suelos y aumenta la capacidad portante del suelo, siendo una alternativa viable para dar solución a problemas de ingeniería.

Con lo que concierne a los objetivos del proyecto de investigación, nuestro objetivo general es: Determinar la aplicación de la geomalla triaxial, como alternativa para la mejora en la estabilización de suelos en el diseño de la estructura del pavimento. Y como específicos los siguientes: Determinar el aporte estructural por parte de la geomalla triaxial, en el pavimento, determinar los costos que tiene la construcción de Pavimento con el uso de la geomalla triaxial, Determinar el nivel de aplicación con la geomalla triaxial para la mejora en la estabilización de los suelos blandos, Determinar el diseño de una base granular reforzada con geomalla triaxial en la optimización de la calidad en y vida útil del pavimento.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

En la tesis de investigación “Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante, con el uso combinado de una Geomalla y un Geotextil”, el artículo de investigación lo elaboró con la finalidad de precisar el grado de aguante en la subrasante se está efectuando gracias a que se utilizó un geotextil y una geomalla como estructura de refuerzo adicional a esto realizó pruebas para obtener un proceso técnico más seguro estudios que fueron empleando el uso de un geotextil, también con el uso de una geomalla además de estas pruebas se implementó un ensayo pero esta vez sin ningún tipo de ayuda o refuerzo, como en los dos anteriores ensayos, todos esto se realizó con el objetivo de evaluar las tensiones que se aplica en cada una de las diferentes situaciones en la interfaz de la capa de sustrato granular y la posterior confirmación de los componentes vigorizantes, los resultados que se obtuvieron a través de cada ensayo es que en el primer ensayo se observa una disminución considerable en el espesor de la capa superior al sustrato, en el segundo ensayo no se observa ningún cambio ilustrativo al usar un geotextil y una geomalla, la tesis brinda un adecuado uso a las geomallas ya que se orienta a la mejora de la estabilización de los suelos, siendo relevante para el presente proyecto de investigación (Noboa y Sebastián, 2016, p.5). En el caso de Zornberg, JORGE (2017); presentó su tema de investigación a la Universidad de Texas en los EE. UU, titulada: SISTEMAS DE PAVIMENTOS REFORZADOS CON GEOSINTÉTICOS; concluyendo en su investigación que el empleo de las geomallas tiene como objetivo complementar y mejorar la estructura del pavimento, realizó ensayos siguiendo todo un sistema planteado por normas establecidas en su país, La notoriedad en el progreso que obtuvo tanto en el proceso constructivo donde el diseño de la vía tuvo cambios considerables, en la compactación de los materiales y la geomalla permitiendo que las cargas producidas por el tráfico, no afecte ocasionando deterioro y acortando la vida útil del tramo, esto efectos pueden no presentarse ya que las cargas gracias a la geomalla

tienen una distribución paralela, permitiendo que la carpeta asfáltica cumpla con su diseño (p.16).

Para Caballeros (2006), En su artículo de investigación dio a conocer los beneficios sobre la utilización de geomallas y la colocación de la misma, esto como una alternativa para la mejora en los proyectos de infraestructura vial en Guatemala, diseñando un modelo de pavimento tradicional sin ningún tipo de refuerzo, como también con refuerzo esto va a permitir un cuadro de comparación para esto se empleó el programa de SpectraPave, esto tuvo como resultado una considerable reducción en la densidad de los niveles que conforman la estructura del pavimento, reduciendo considerablemente el presupuesto de obra entre 2% y el 8%(p.22).

Para CHUQUIMANGO (2017); en su artículo de investigación “Influencia de la geomalla en el diseño del pavimento flexible en la Vía de Evitamiento Norte – Cajamarca, 2017”, logró determinar los aportes de la geomalla, donde estas están diseñadas especialmente para cumplir con este tipo de necesidades que se vienen presentado en nuestra sociedad, nos menciona que estas geomallas son fabricadas con el propósito de obtener una estructura monolítica con una distribución homogénea de todas las cargas a la que está sometida, por la necesidad que implica tercer carreteras, que nos permitan transitar de manera segura ante los cambios bruscos de nuestro clima y sobre todo para que para poder tratar con el tipo de suelo que nuestra región se caracteriza(p.15).

Del mismo modo en la tesis titulada “Análisis de reducción de costos en obras viales mediante optimizaciones de ingeniería en los diseños de pavimentos flexibles”, su objetivo sobre la reducción de costos, es notable ya que gracias a su fácil aplicación tiene un impacto positivo en lo económico esto permitió demostrar que la investigación tuvo resultados muy favorables ya que no solo se redujo el costo sino que también se presentó una disminución del espesor, en lo técnico la carpeta cumplirá con la vida útil del pavimento, aportando al ambiente una reducción en el impacto de la emisión de carbono que se da en todos los trabajos de construcción realizadas con maquinaria y herramientas modernas (Aguirre y Flórez,2016, p.25).

En el artículo de investigación titulado “Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de Geosintéticos”, realizó una investigación de campo, también de ensayos que fueron realizados en laboratorio esto para asegurar que los resultados obtenidos sean verídicos y factible, empleando una metodología de diseño viable, respetando las normas presentadas por el ministerio de transporte y comunicaciones que tienen como representante sus normas establecidas, esto con el fin de que los estudios y trabajo sean los adecuados para la mejora de nuestros suelos blandos la intuición, el autor nos recalca que en nuestro país está restringiendo todo por falta de normativa, impidiendo el uso de manera masiva, y ocasionando exagerados presupuestos en nuestras obras viales (Anselmo, 2016, p.132).

Para Orrego (2014), como ya se mencionó anteriormente todos los estudios que se han realizado tomando como objetivo principal la utilidad de la geomalla, debido a que por ser un geosintéticos de refuerzo por excelencia, permite que pueda ser empleada para estabilizar la carpeta de subrasante y también ser un refuerzo para la base granular, previamente de debe diseñar la vía sin pavimentar esto nos permitirá realizar el estudio del tránsito y de la zona donde se realizar el trabajo en construcción, para mejorar la subrasante de bajas propiedades.(p.45)

Para esto Velásquez Lujerio EP. (2009), sustento en su artículo acerca de las ventajas que obtuvo al emplear geomalla, en esta aplicación demostró el funcionamiento de diferentes tipos de geomallas y los resultados demostraron que las geomallas más rígidas se comportaron mejor, esto nos sirve de base ya que el objetivo de este trabajo de investigación es plantear la geomalla triaxial, donde se pueden desarrollar métodos empíricos con este tipo de geomallas.

ParaTingal (2013), presentó una investigación, donde utilizo el método AASHTO, ha trabajado respecto al uso de la geomalla en bases granulares en pavimentos flexibles, esta investigación nos sirve como punto de partida para la elaboración de diseños en pavimentos reforzados donde nos auguran resultados beneficiosos para su utilización en obras donde se busca innovar y optimizar costos (p.9).

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Variable Independiente:

Geomalla Triaxial

“La geomalla Triaxial gracias a sus propiedades multidireccionales aprovechan la geometría triangular, una de las formas más estables de la construcción, para brindar un nuevo nivel de rigidez planar” (TENSAR, 2017, p.2).

### 2.2.2. Variable Dependiente:

Pavimento

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas vehiculares provocadas por el tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. (Caballeros Torres 2006, p5)

### 2.2.3. Subrasante.

La Subrasante es la capa de terreno natural de una carretera, que soporta la estructura del pavimento, se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño correspondiente al tránsito previsto (Caballeros Torres 2006, p4).

Se determinarán 5 categorías de subrasante:

S0	=	subrasante muy pobre	:	CBR < 3%.
S1	=	subrasante pobre	:	CBR = 3% - 5%.
S2	=	subrasante regular	:	CBR = 6% - 10%.
S3	=	subrasante buena	:	CBR = 11% - 19%.
S4	=	subrasante muy buena	:	CBR > 20%.

### 2.2.4. Base

Conforma parte de la estructura del pavimento, concentrándose como superficie de rodadura, así mismo su función es puramente estructural, esta tiene que absorber la mayor parte de los esfuerzos verticales procedentes de los vehículos pesados.

Tabla N°01: *Tipos de afirmados, para cada de tráfico*

<b>PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ</b>	<b>TRÁFICO T0 y T1: TIPO 1 IMD&lt;50 VEM.</b>	<b>TRÁFICO T2: TIPO 2 51-100 VEM.</b>	<b>TRÁFICO T3: TIPO 1 101-200 VEM.</b>
50 mm (2")	100	100	
37.5mm(1½")		95 - 100	100
25mm (1")	50 - 80	75 – 95	90 - 100
19mm(¾")			65 – 100
12.5mm(½")			
9.5mm(⅝")		40 - 75	45 – 80
4.75mm(N°4)	20 – 50	30 – 60	30 – 65
2.36mm(N°8)			
2.00mm(N°10)		20 – 45	22 – 52
4.25um(N°40)		15 -30	15 – 35
75 um(N°200)	4 -12	5 - 15	5 – 20
<b>Índice de plasticidad</b>	<b>4 – 9</b>	<b>4 - 9</b>	<b>4 - 9</b>

Fuente: (MDCN PBVT – MTC, 2016)

- **Interpretación:** en la tabla N°01, se puede observar los porcentajes en relación al espesor del tamiz, esto nos proporcionará el índice de plasticidad en cada tipo de tráfico, valores que llegan a ser mayor a la intensidad media diaria.

#### 2.2.5. (California Bearing Ratio) CBR.

El CBR de un terreno es la carga unitaria correspondiente a 0.1" (2.5cm) o 0.2" (5 cm) de compresión, expresada en por ciento en su referente equivalencia estándar. (MTC,2016, p6).

#### **2.2.6. Geosintéticos**

Los geosintéticos generalmente están diseñados para una aplicación particular para una aplicación particular al considerar la función principal que puede proporcionar ya sean por: separación, filtraciones, drenaje, contención de fluidos y gases, control de erosión y en el caso de la investigación como refuerzo. (Cruz Vargas, 2013, p3).

#### **2.2.7. Geomallas**

Materiales geosintéticos que tienen una apariencia de malla abierta. La principal aplicación del geomallas es el esfuerzo de los suelos. (Koerner, 2016, p5).

#### **2.2.8. (Índice medio diario anual)IMDA**

Refiere a la estimación del valor numérico de vehículos que transitan en una definida distancia de red vial. Es la consecuencia del cálculo de categorización vehicular y volumétrico en el área de estudio en el transcurso de una semana, como también un encargado de enmendar la conducta anual del transporte de pasajeros y mercaderías. (MTC,2016, p6).

### **2.3. Empaque y Almacenamiento.**

La Geomalla Multiaxial de refuerzo deberá estar envasada en una envoltura protectora y deberá ser almacenada de tal modo que no produzca un contacto excesivo con lodo, hormigón húmedo, epóxido u otros materiales nocivos, y éstos no queden adheridos a ella.

Figura N°01: Almacenamiento de los rollos de Geomallas Triaxial



Fuente: (TENSAR, 2013).

La Geomalla Triaxial deberá almacenarse a temperaturas mayores de  $-29^{\circ}\text{C}$  ( $-20^{\circ}\text{F}$ ), y no debe manipularse a temperaturas menores de  $-10^{\circ}\text{C}$  ( $14^{\circ}\text{F}$ ).

Los rollos de geomallas se deberán almacenar en forma horizontal, en pilas con una altura máxima de cinco rollos, para evitar que los rollos se deformen y no deberán permanecer expuestos a los UV durante más de 6 meses. Los rollos deformados y los rollos que hayan estado expuestos a la luz ultravioleta directa durante de 6 meses no se utilizarán, a menos que el ingeniero dé su aprobación.

Tabla N°02: Tipos de Geomallas Triaxial

Geomalla TriAx® de Tensar®		
Producto	Ancho de rollo	Longitud del rollo
Tensar TriAx TX5-475	4m (13,1 pies)	75m (246 pies)
Tensar TriAx TX7-450	4m (13,1 pies)	50m (164 pies)

Fuente: TENSAR,2017.

**Interpretación:** En la tabla N°02, se puede observar los tipos de geomallas triaxiales, el tipo TX5-475 y el TX5-450 con la que podemos constatar, en el mundo de la construcción esto describiendo las características de cada de cada una.

## **2.4. Perfeccionamiento de Pavimento y aplicaciones.**

Por consecuencia de los movimientos laterales progresivos y por el desgaste de la capa base hace que las estructuras del pavimento fallen menudamente mucho antes de tiempo.

El propósito de la geomalla triaxial es dar beneficios de mejoramiento a las carreteras ya sean pavimentadas o no, como también está hecha para poder ser utilizada en estacionamientos, instalaciones de transporte, pistas de despegue y aterrizaje entre muchas otras áreas donde se pueden incorporar, este ofrece un mejor desempeño en la distribución de las cargas. Un mejor comportamiento entre las secciones y optimiza notablemente lo relacionado a gastos generales por su gran eficacia que el utilizarla reduce los espesores de las estructuras como en los de manteniendo.

## **2.5. Consolidación de la Subrasante**

Es la capa del suelo o terreno, donde forma parte del tramo de una carretera que soporta la estructura del pavimento, el espesor sugerido puede variar entre treinta centímetros a cuarenta y cinco centímetros, esta capa puede estar formada en corte o relleno, después que se haya realizado la compactación de los materiales en la estructura de la carretera, se debe verificar que el plano del diseño de la estructura tenga presente las pendientes como las secciones transversales.

Figura N°02: *La Geomalla Triaxial hace frente a los suelos blandos con*



*facilidad y proporciona una sólida plataforma de construcción.*

Fuente: (TENSAR, 2013).

## **2.6. Módulo resiliente dinámico.**

Al igual que GARNICA, P., GÓMEZ, J. A., & SESMA, J. A. (2002) “se debe tener en cuenta el comportamiento natural de las diferentes cargas asimiladas que producen los materiales con los cuales está formado la distribución de capas del pavimento, así como lo son las conductas no lineales y de resilientes presentes en los materiales, en el mundo se han elaborado muchos trabajos empíricos, modelos aprobados como lo son las muestras elaboradas en laboratorios de investigación, como también modelos a escala. Obteniendo así datos indispensables sobre las alteraciones de los materiales y la conducta de los esfuerzos.

Los cambios de recuperación rápida las cuales vienen a ser elásticas y resilientes son normalmente llamadas plásticas estas persisten en el pavimento posterior a terminadas las cargas.

Bajo desplazamientos móviles los cambios que son permanentes se acumulan y para etapas medias de deformaciones fijas estas disminuyen. Hasta que posteriormente desaparecen en las etapas finales. El resultado

concluye así en una situación tal que todo cambio puede ser rescatable, así se obtiene un comportamiento resiliente.

De este concepto sale el módulo resiliente, el cual es considerado el esfuerzo desviador, dado en las comprensiones triaxiales entre las alteraciones axiales retornables. Es por esto que la definición de módulo resiliente está arraigado constantemente a una secuencia de cargas repetitivas.

Como se sabe y pudimos constatar las investigaciones que se dieron a cabo con relación al módulo resiliente, este dato no forma como una propiedad persistente de material, esto obedece a diferentes factores. Las cuales son: La tixotropía, el método de compactación, el número de aplicación de esfuerzos, la magnitud del esfuerzo desviador y las condiciones de compactación.

La principal metodología utilizada actualmente para realizar el diseño de los pavimentos es el AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) Para lo cual evalúa el módulo de esfuerzo o resiliente es la propiedad elemental que distingue los materiales constituidos en la sección de la estructura del pavimento.

#### **2.6.1. Resolución de la equivalencia resiliente de acuerdo a (AASHTO 93)**

Para la representación de las propiedades de la subrasante es necesario utilizar el parámetro de módulo resiliente.

Para AASHTO (2009) Resuelve, "la norma AASHTO T274 sugiere el realizar un ensayo clínico el cual es complejo realizar ya que para encontrar el módulo resiliente será necesario un laboratorio sofisticado. El cual está compuesto por un actuador dinámico servo controlado el cual nos es de mucha ayuda ya que sirve para producir ondas senoidales por periodos y en frecuencias determinadas, también es necesario utilizar una cámara triaxial para los ensayos clínicos. El ensayo deberá realizarse en condiciones óptimas favorables de esfuerzo y humedad, estas serán sometidas a cargas de duración definidas hasta llegar a los datos

necesarios para poder hacer los cálculos en el procesamiento del software”

Por lo tanto, en tal aprobación, la Guía de diseño AASHTO 93 solicita sea necesario encontrar el sostén frecuente (MR) subsiguiente a los estudios de California Bearing Ratio (CBR).

Por consiguiente, se tienen la siguientes:

Klomp y Heukelom establecen la siguiente correlación: la cual beneficia a los suelos con (CBR) finos. Estos están por debajo del 10%.

$$M_R(\text{psi}) = 1500 \times \text{CBR}$$

el instituto del asfalto establece la siguiente correlación:

$$M_R(\text{psi}) = A + B \times \text{CBR}$$

Donde:

$$A = \text{De } 772 \text{ a } 1155$$

$$B = \text{De } 369 \text{ a } 555$$

## 2.6.2. Resolución de la equivalencia del patrón resiliente de diseño.

(En AASHTO 93) “El modelo resiliente seguro de la subrasante o modelo resiliente, el cual es semejante a la consecuencia de la combinación de todos los valores de los módulos estacionales, se deberá establecer como lo siguiente:

1. Colocar el módulo estacional en sus correspondientes períodos en el tiempo.
2. Encontrar los datos del daño relativo ( $u_f$ ) dados a cada módulo estacional. Para lograrlo se emplea la escala vertical demostrada en la siguiente ecuación.

$$u_f = 1.18 \times 10^8 \times M_r^{-2.32}$$

Donde:

$M_r$  = Módulo resiliente del suelo de cimentación [psi]

$u_f$  = Daño relativo

3. Para obtener el promedio del daño relativo se deberá sumar los daños relativos y posteriormente dividirlo por la cantidad de incrementos Estacionales.
4. según sea en la escala  $m_r$ - $u_f$  el daño relativo, este corresponderá al módulo resiliente real de la subrasante.
5. El módulo resiliente efectivo de la subrasante será el valor correspondiente al daño relativo promedio en la escala  $M_r - u_f$  AASHTO 93 Sugiere que se debe tener en cuenta que las etapas de cada año no deberían ser menos a 15 días y el carácter de humedad en las que se desarrollarán los ensayos deben dar como efecto módulos resilientes de modo significativo.

Según la Guía de diseño AASHTO 93 Resuelve “Es de recomendación ejecutar un estudio de las diferentes variaciones del sostenimiento eventual con relación a la humedad”.

Según AASHTO 93 “la variación del módulo resiliente se nombra como el módulo estacional, el su propósito del resultado es determinar de forma cuantitativa el daño relativo que la estructura del pavimento será sometida por el lapso de un año”.

### 2.6.3. Diseño de Pavimentos

Para MENÉNDEZ (2016) “Para el diseño se requerirá calcular la cantidad de repeticiones de ejes semejantes con relación al ejercicio de cargas en función al tráfico, los datos de incremento y la cantidad de

años. Para tal cálculo es necesario utilizar los datos obtenidos de las pruebas realizadas al tráfico, con el cual la finalidad es poder determinar los volúmenes de vehículos que circulan por la carretera, como clasificarlas y cuantificarlas. Dicha información es de mucha importancia para obtener los parámetros y características para el diseño de la estructura del pavimento.

Según MENÉNDEZ (2016) “El diseñar para para los diferentes contextos relacionados a los suelos de fundación, clima como la disponibilidad de los materiales destinados a la estructura del pavimento flexible como el tráfico, estos deben dar confort a los involucrados del concebido periodo de diseño.

Cantidad de ejes equivalentes de diseño.

Módulo resiliente de diseño

Factores de diseño

#### **2.6.4. Diseño Estructural del Pavimento**

GAVILANES (2012) “Garantizo que actualmente los avances tecnológicos abarcan una alta gama de las distintas partes estructurales, por lo que son responsables de las diferentes factorías responsables que intervienen en el rendimiento de la vía, los cuales son: Los recursos disponibles, tráfico, condiciones de drenaje, tipo de suelo, importancia de la vía, etc.”

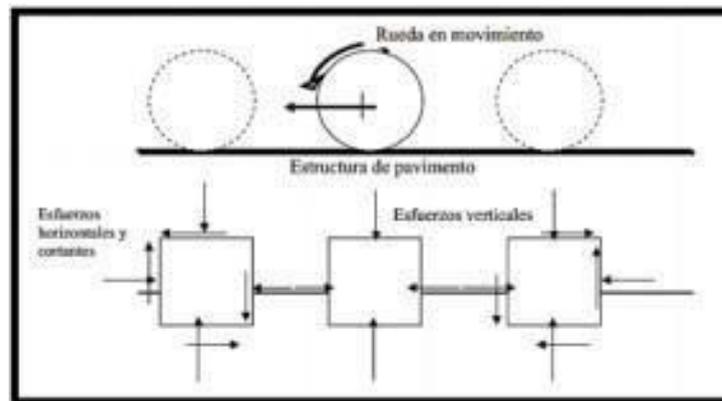
Para GAVILANES (2012) “La organización de un pavimento, asimismo como lo son las características en los materiales utilizados en la ejecución, brindan una diversidad de medios; por tal modo este puede encontrarse constituido por una sola capa o más. Estos pueden ser de materiales escogidos, sometidos o procesados a algún modelo de estabilización o procesamiento”.

#### **2.6.5. Diseño de Pavimentos Actual**

Los diversos esfuerzos de peso que es posible encontrar en la distribución de la estructura del pavimento dan por resultado cambios de esfuerzos. Esto involucra esfuerzos normales y cortantes.

La marcha que genera el eje de tránsito de cambios de esfuerzos en la subbase y subrasante, donde las cargas normales y cortantes se dan en las zonas de carga puntual adyacente a estas y un cambio en los esfuerzos triaxiales.

Figura N°03: *Esfuerzo en un pavimento bajo carga en movimiento*



Fuente:

(BROWN 1996).

Además, para TENAX (2018) De lo tanto el pavimento es diseñado de tal manera que los cambios permanentes no sean tan abruptos para que las deformaciones dadas se disipen y no logren alcanzar a la subrasante ya que esta es una capa de muy baja rigidez y es propuesta a deformarse por su baja rigidez y la baja capacidad portante que esta tiene esto por consecuencia del nivel freático que normalmente se encuentra a esa profundidad.

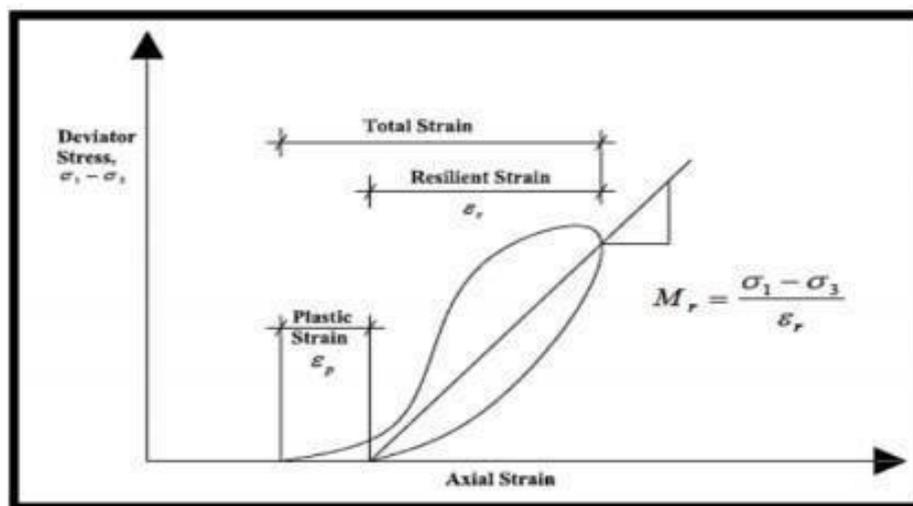
Por consiguiente, el método de diseño abarca distintas variables relacionadas al redimensionamiento y respuesta estructural en múltiples capas, por este motivo el principal problema de deformaciones vendría a ser las elastor plásticas.

## 2.6.6. Módulo Resiliente.

Como se tiene en cuenta, los espacios de suelos que conforman la distribución del pavimento como los de fundación tienen conductas elasto plásticas.

Por tal motivo, el desplazamiento de los vehículos causa deformaciones en las distintas capas, estas no pueden ser restablecido en su totalidad.

Figura N°04: Deformación plástica y resiliente en un ciclo de carga.



Fuente: (Khasawneh, 2005)

Tras dar por terminado la carga dinámica, se dan consigo deformaciones de resiliente, esto trae por consecuencia deformaciones en el material. (observamos en la Figura número 15).

Por consiguiente, los cambios de deformaciones imperfectivos son mínimas con diferencia a las resilientes. Sin embargo, bajo los reiterados cambios de cargas es notable constatar que los comportamientos elásticos tienden a volver a su forma inicial.

Este se define como la resistencia del material. Que matemáticamente se denomina como magnitud de la carga desviadora repetida en compresión triaxial.

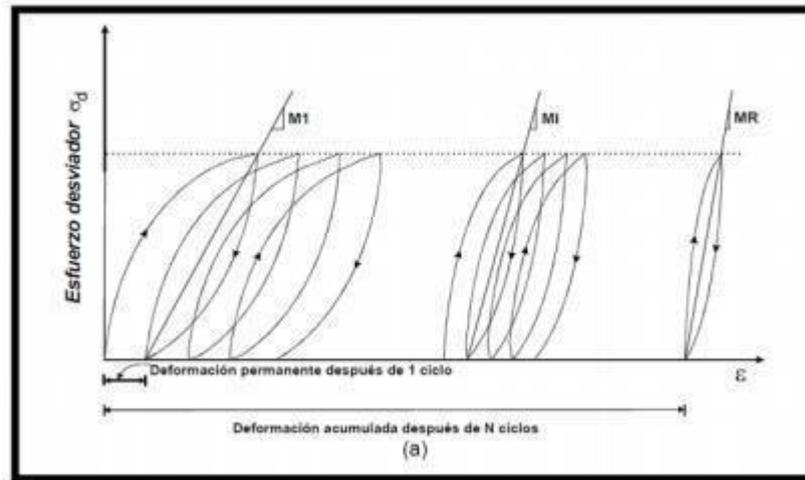
$$M = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\epsilon_r} = \frac{\sigma_d}{\epsilon_{axial}}$$

Donde:

$\sigma_d$  = esfuerzo desviador

$\epsilon_{axial}$  = deformación recuperable

Figura N°05: Ciclos de histéresis presentados en el material



Fuente: Garnica (2001)

### 2.6.7. Escenario Ambiental

El Estudio del Escenario Ambiental, es de mucha importancia el obtener detalles característicos de los diferentes rasgos meteorológicos a lo largo la zona donde se desarrollará la carretera. Estos corresponden a las siguientes investigaciones:

Precipitaciones pluviales.

Clima Predominante.

Tipo de suelos y rocas.

Temperaturas Máxima y Mínima.

## III. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo:** Investigación aplicada

**Nivel:** Básico

### **Diseño de Investigación**

La presente investigación es de carácter propositivo, puesto que, a partir del estudio de una de las variables, específicamente la independiente, se va a realizar la propuesta de diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, y con esto dar solución al problema definido.

- Esquema de diseño:



- Donde:

M = Muestra de la población

D = Diagnóstico respectivos de topografía, suelo, hidrología y geomalla Triaxial.

P = Propuesta de diseño del puente peatonal en base al diagnóstico respectivo.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

- Independiente

Geomalla triaxial

- Dependiente

Diseño de la estructura del pavimento.

### **3.3. Población, muestra y muestreo.**

#### **Población**

Con la finalidad de poder definir la población beneficiaria, es necesario recurrir a la información estadística de registros censales proporcionada por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Información) y en MINSA (Micro Red de Salud actualizado al 2017). Tomando en cuenta la tasa de

crecimiento promedio de la región San Martín 2.60%. La población referencial directa beneficiada corresponde a la población de Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huascayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN. Nuevo Progreso, que tiene 3,665 habitantes proyectados al año de ejecución del estudio definitivo.

Tabla 03: *Según el último Censo del 2017 a nivel de todo el departamento de San Martín.*

DESCRIPCIÓN	N° DE PERSONAS
Población al 2018 (á) → ( )	6,562
Tasa de Crecimiento Anual (t) → ( )	3.60%
Población de Calculo (ñ) → ( )	6
Población Proyectada al 2023 (Háb) $Pf = Pi \times (Tc + 1) ^n$	7,980

Fuente: INEI /Elaboración Propia (\*) Según el último Censo del 2017 a nivel de todo el departamento de San Martín.

**Interpretación:** En la tabla N°03, se observa datos estadísticos realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, este trabajo que realiza el estado permite tener una lista oficial de los habitantes de la población, con indicación de sus condiciones sociales, económicas, etc.

### **Muestra**

Las muestras están conformadas por un total de longitud del tramo para el mejoramiento de 11.826 Kilómetros, a partir de Emp. -113 (Vía Departamental), partiendo de la zona de electro, hasta llegar a la Comunidad Nativa de Nuevo progreso.

El ambiente del proyecto en referencia comprende la localidad de Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huascayacu, CC.NN. Shimpiyacu y la CC.NN. Nuevo Progreso, pertenecientes al distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba. Departamento San Martín.

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

#### **Técnicas**

Según (BORJA, 2016) las técnicas de recopilación de información son todos aquellos métodos que se utilizan para compilar toda la referencia que obtendremos mientras tarde la ejecución de la exploración, esto relacionado al trabajo desarrollado en gabinete como el de campo.

Para la obtención de resultados favorables y esperados se utilizará técnicas de observación, la locación de instrumentos y compilación de referencias y estadística.

Las técnicas puestas en práctica son:

La observación, que permite examinar e investigar hechos del contexto utilizando los sentidos.

La ampliación de instrumentos, que permite obtener datos veraces en relación al proyecto de investigación.

Para que el proyecto sea efectivo y viable con relación a la confiabilidad y validez con la confiabilidad del juicio según expertos es necesario la recopilación de estadísticas e información.

#### **Instrumentos**

Las utilidades de instrumentos nos brindan con facilidad la recopilación de información necesaria para el investigado, se utilizan desde fichas, formularios para encuestas y guías observables en intervalos, se utilizarán los siguientes:

Equipo topográfico

Carga – penetración (California Bearing Ratio CBR) (ASTM E 132-2000, ASTM-D1883).

Contenido de humedad (MTC 108-2000) (Astm d 2216).

Peso específico (MTC E 113-2000 y MTC E 206-2000, NTP 400.021) (ASTM D 854).

Fichas de ensayo de permeabilidad AASHTO T.215.

Análisis granulométrico (MTC E 107-2000) (ASTM D 421).

Fichas de Ensayo de resistencia a la compresión Norma técnica peruana (NTP) 339.034

### 3.5. Procedimientos

#### 3.5.1. Plan de diseño de carretera no pavimentada. (Diseño tradicional)

Para obtener el tráfico proyectado al año futuro, y optimizar el cálculo del plan de diseño referente a la capa de rodadura solo será necesario considerar las cargas máximas de los vehículos que transitan por la vía, como los son los que exceden el (2.5 toneladas), por lo tanto, otros vehículos que transiten por la vía que tengan un peso menor a este no se tomarán en cuenta para el cálculo ya que generan un daño mínimo a la capa de rodadura. Estas se clasifican de la siguiente manera.

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16-50	51-100	101-200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6-15	16-28	29-56
NºRep.EE (carril de diseño)	<2.5 x 10	2.6 x 10 - 7.8x10	7.9x10 - 1.5x10	1.6x10 - 3.1 x 10

Tabla N°04: Clases de las carreteras según el tráfico

Fuente: (MDCN PBVT - MTC1, 2008).

**Interpretación:** En la tabla N°04, se puede observar los valores en relación a la clase de carretas, esto nos proporcionará la clasificación para el tipo de tráfico que presenta nuestro tramo, en nuestro trabajo de investigación.

Para obtener los datos de estudio de tráfico, se debe tener en cuenta lo siguiente.

1. El desperfecto que causa el eje en la capa de rodadura corresponde a la afinidad de (AFINIDAD NORMALIDAD) por AASHTO, esté cargado con 8.1 ton. Para la obtención de datos de distribución de ejes se tomará en cuenta el criterio resumido del sistema AASHTO.
2. Determinación de los tramos homogéneos.
3. Con los resultados de los estudios realizados se establecerá la cantidad de vehículos de índice medio diario anual IMDA y clases, cantidades de vehículos pesados, estos serán idóneos para establecer el tipo y clase de tráfico. De tal forma será forzoso obtener la cantidad de reincidencia de los ejes equivalentes EE para el diseño del pavimento.
4. También será necesario el conteo de transporte en circulación en ubicaciones acordadas previamente con la entidad y por un periodo como mínimos de 4 días (2 días de semana + sábado + domingo), se clasificaron por el tipo de vehículo y por razón volumétrica (cantidad de ejes) esto en una el transcurso de una semana en el cual la circulación haya sido fluida como normalmente es.

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE EE8.2tn
Eje simple de rueda simples	[P/6.6]
Eje simple de rueda doble	[P/8.16] <sup>4</sup>
Eje tanden de rueda doble	[P/15.1] <sup>4</sup>
Eje tridem de rueda doble	[P/22.9] <sup>4</sup>
P=peso por eje en toneladas	

Tabla N°05: *Cálculo de los factores destructivos por eje equivalen*

Fuente: (AASHTO).

**Interpretación:** En la tabla N°05, presenta la carga por eje para determinar EE, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento.

Para computar las consecuencias del desperfecto de la afirmación se tomará en cuenta el factor de ajuste en la presión de las llantas. Para las capas de recubrimiento granular se intensificarán en dichos casos ya que en este la depresión atmosférica que genera denota un aumento de la tensión interna de las llantas, incrementando el empuje sobre la capa de rodadura y disminuyendo el contacto con el área desplazada. Para esquivar este resultado en el cálculo de (EE) los neumáticos deberán contener una presión de 80 psi como máximo. Para obtener el eje equivalente con relación a 8.2 toneladas, utilizar la siguiente expresión por clase de vehículo de transporte.

EE = Factor de carga x la cantidad de vehículos al cual corresponda x coeficiente de presión de neumáticos.

Por lo cual:

<b><math>N_{rep\ de\ EE8.2T} = \sum [EE\ día - carril \times 365 \times (1 + t)^n - 1] / (t)</math></b>	
EE día-carril =	EExFactor Direccional x Factor carril
EE =	Número de vehículos según tipo x Factor de carga x Factor de presión de llantas.
<b><u>En la cual:</u></b>	
Nrep de EE8.2T =	cantidad de repeticiones de ejes equivalentes 8.2 t.
EE día-carril=	Cantidad de días del año
T=	Referente de proyección del tráfico, en centésimas
EE =	Tasa de ejes equivalentes.
Factor direccional =.	0.5, correspondiente a las carreteras de dos direcciones.

Factor carril =	1, corresponde a un carril por dirección o sentido.
-----------------	---

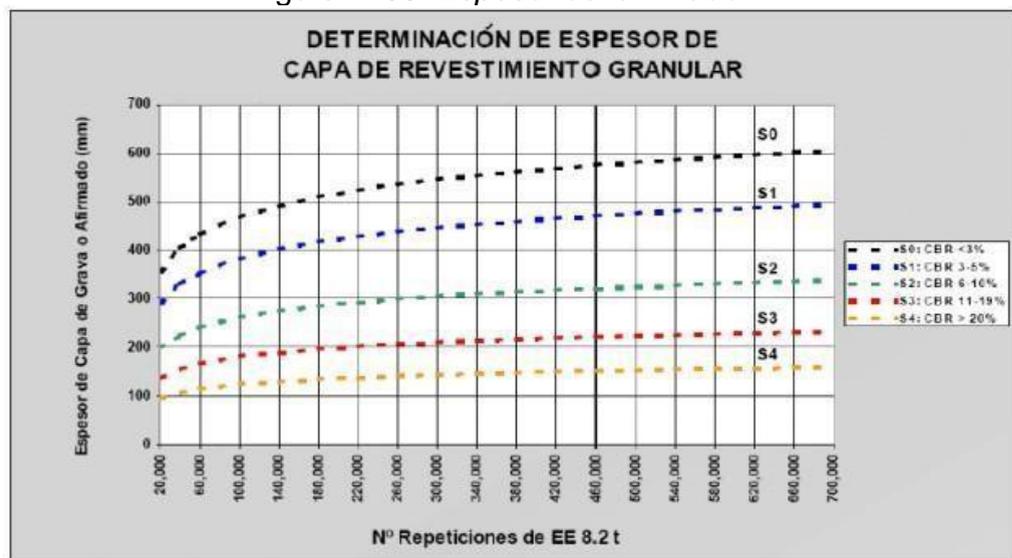
Tabla 06: *Factor de ajustes, presión de las llantas.*

Fuente: (AASHTO).

**Interpretación:** En la tabla N°06, se observa el factor de ajuste por presión de neumáticos, esto nos permitirá establecer el nivel de capa de revestimiento granular donde se observe una baja presión atmosférica generada por la presión del neumático.

Se adoptó como ecuación representativa el método NAASRA 1, para así poder obtener el dimensionamiento de los espesores de cada manto de consolidado, el método NAASRA 1 relaciona la equivalencia de sostén (California Bearing Ratio).

Figura N°06: *Espesor del afirmado*



Fuente: (NAASRA)

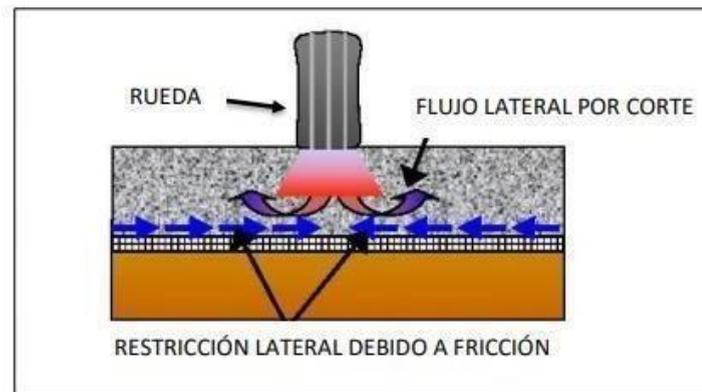
### 3.5.2. Procedimiento a tomar en cuenta para el refuerzo.

Los mecanismos fundamentales son principalmente tres donde el uso de la geomalla complementa, a los materiales que se emplean para la construcción del pavimento siendo (CIE, 2003; p.21).

- Confinamiento Lateral. – es la separación de los materiales durante la carga, limitando así el flujo lateral de dicho material, esto ocasiona que los elementos que integran la geomalla como las partículas laterales impide el desplazamiento aumentando el modelo de la capa

de la geomalla, al mismo tiempo, disminuye las deformaciones y los ahuellamientos que se presentan en las superficies de rodadura. (CIE ,2003 p.21).

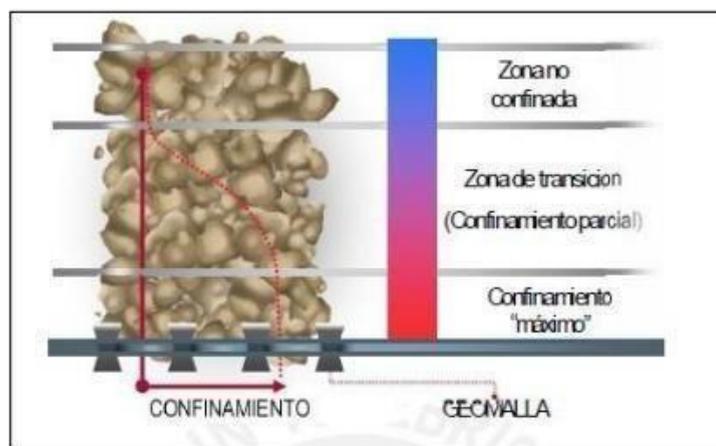
Figura N°07: Resistencialateral



Fuente: (CIE, 2003).

El desligamiento de los materiales se debe evaluar, ya que esto ocasiona que la capa de materiales sea inflexible, en tanto se busca la mejor manera de emplear la geomalla y el tipo de geomalla que se necesita para las diferentes situaciones con las que se llegue a presentar. (Valencia,2009; p.4).

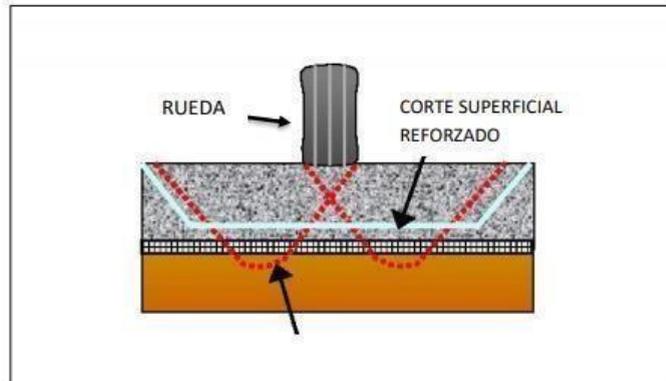
Figura N°08: Reparto de la zona de refuerzo.



Fuente: (Valencia, 2009)

- b). Reforzamiento del espacio portante. – esta mejora se logra gracias al recubrimiento que se les hace a las grietas en la base, complementando de manera favorable la alta resistencia. (CIE,2003; p.21).

Figura N°09: *Reforzamiento de la capacidad portante.*



Fuente: (CIE, 2003).

Es favorable y viable el empleo de las geomallas ya que permiten mejorar la distribución de la carga en las altas secciones de influencia, también minimiza los esfuerzos que los materiales inactivos soportan, lo importante al momento de trabajar en vías no pavimentadas o en casos donde el espacio portante de la subrasante es mínima, a esto se le conoce como “zapato de nieve” debido a que es utilizada en otros países donde se necesita transitar.

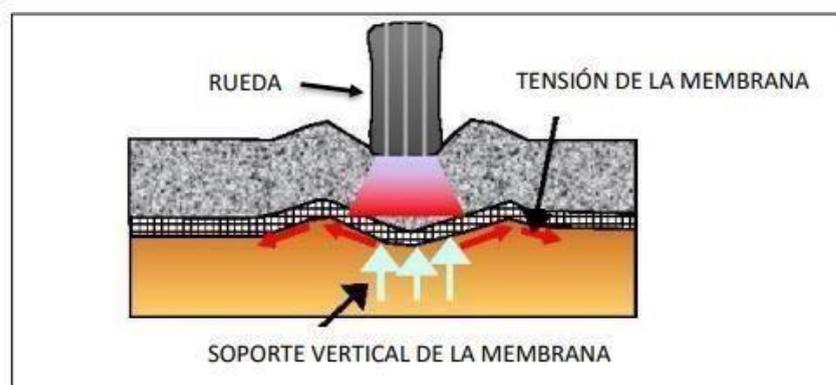
Figura N°10: *Efecto de zapato de nieve*



Fuente: (TENSAR, 2013).

- c) Resultados del atirantado en revestimiento. – se genera en los conocimientos de factibilidad para los tirantes de arrastre perpendicular, esto se analiza en el momento donde una falla natural es ocasionada por el mismo terreno, teniendo como resultado en la vía cargas vehiculares donde el aguante de tensión desarrolla esfuerzos muy importantes.

Figura N°11: Resultado de atirantado en la membrana



Fuente: (USACE, 2003).

### 3.5.3. Proceso del boceto para un pavimento reforzado.

El avance notorio que se ha venido obteniendo a lo largo del tiempo en el diseño para un método en asfalto mejorado, es establecer las necesidades que la sub-rasante o suelo nativo requieren, esto incluye la colocación de elementos, como la firmeza en el corte en situ, también la capacidad de soporte. El diseño para la subrasante se concluye a través de los diferentes estudios uno de ellos es CBR, también tenemos la prueba de DCP, los resultados que nos arrojan respecto a la resistencia son del 75% de rigidez en la capa subrasante este valor reportado del suelo es superior (USACE 2003).

### 3.5.4. Análisis de la colocación de geosintéticos en vías no pavimentadas .

Para el diseño de un pavimentos con CBR de 0.5 o menos, lo primero que se debe realizar para efectuar la estabilización mecánica del suelo, es el empleo de un geotextil no tejido este proceso es recomendado ya que se coloca directamente en los suelos para complementar los subsuelos y la subrasante, donde el material que se colocado es de bajo soporte, se coloca todo el agregado y se sugiere no disminuir el espesor de la capa base, esto debido a que el espesor total es diseñado principalmente para soportar cargas menores al 0.5 de CBR., para diseñar un pavimento reforzado, así como se mencionó líneas arriba sobre la importancia de la estabilización mecánica, así mismo el reforzamiento es muy útil, ya que el aporte de una geomalla para el refuerzo es factible pudiendo disminuir el

espesor, esto gracias factor apropiado cumpliendo con la capacidad de soporte reforzado, además resulta ser favorable en términos de ahorro.

TIPO DE GEOSINTÉTICO	FUNCIÓN PRINCIPAL				
	SEPARACIÓN	REFUERZO	FILTRACIÓN	DRENAJE	CONTAMINACIÓN
GEOTEXTIL (GT)	✓	✓	✓	✓	
GEOMALLA (GG)		✓			
GEOMEMBRANA (GM)					✓
GEOS. REVESTIDO DE ARCILLA (GCLL)					✓
GEOESPUMA (GF)	✓				
GEOCOMPUESTO (GC)	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla N°07: Cuadro de reconocimiento de los cargos esenciales y geosintéticos.

Fuente: (Koerner, 2016).

**Interpretación:** En la tabla N° 07, se observa cómo se establecen los tipos de geosintéticos que se encuentran en el mercado, están diseñadas con el propósito de mejorar superficies transitadas.

### 3.5.5. Tipos de geomallas.

#### 3.5.5.1. De acuerdo por su función.

- a) Geomallas uniaxiales. – se elabora con la ayuda de polietileno esto representa una alta consistencia que sirve para resistir cargas por tiempo prolongado, además de soportar y hacer frente a daños químicos o a degradación biológica, la geomalla se fabrica de una lámina de polietileno para establecer un producto homogéneo, donde permite un enlace duradero que resulta cumplir con las expectativas establecidas para reforzar y prolongar la vida útil de las carretas (TENSAR 2013).

Figura N°12: *GeomallaUniaxial*



Fuente: (TENSAR, 2013).

- b). Geomallas biaxiales. - se elaboran a partir de resinas que son seleccionadas con anterioridad y estas son de polipropileno la propiedad de este material es resistir las altas cargas dinámicas en un breve tiempo o cargas moderadas con periodos de tiempo prolongados, debiendo resistir cargas que son presentadas en todas las direcciones del material (TENSAR 2013).

El ETL 1110-1-189 es un expediente donde sus escritos tiene origen en el organismo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU, definiendo a las principalmente las que se definen con aberturas uniformes, de manera que resultan beneficiosas para soportar las cargas longitudinales y transversales, siendo utilizadas para logra reforzar los suelos donde presentan aberturas uniformes y eficaces a la tracción (CIE 2003).

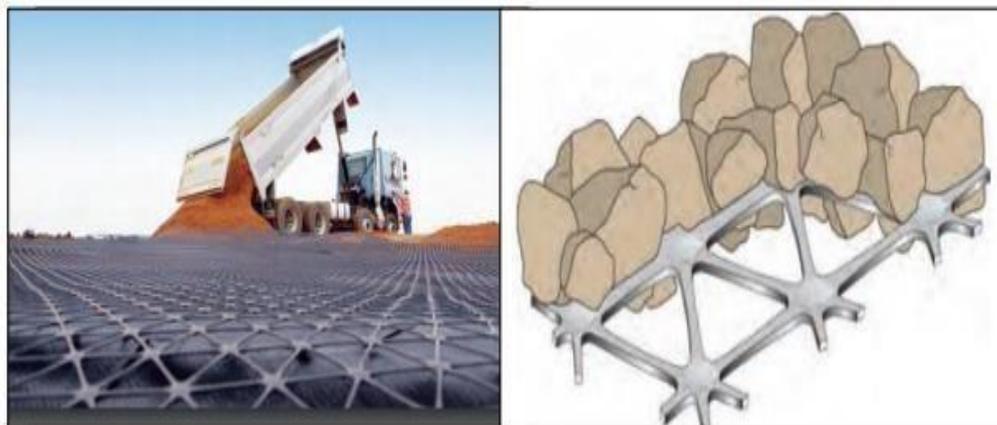
Figura N°13: *GeomallaBX*



Fuente: (TENSAR, 2013).

- c). Geomallas triaxiales. – la singularidad de esta geomalla es que proporciona un alto desempeño, en la resistencia, está hecha por una lámina de polipropileno diseñada de en forma triangular, este modelo tiene sus aberturas, esto permite que sus funciones sean cumplidas con excelencia siendo un producto eficiente que brinda transferencias óptima de tensión. (TENSAR 2013).

Figura N°14: *GeomallasTX*



Fuente: (TENSAR, 2013).

### 3.5.6. Propiedades y especificaciones mínimas para geomallas.

En la siguiente cuadro se pueden visualizar, las propiedades y los métodos de ensayo comúnmente reportadas, así como las propiedades de refuerzo y los valores de índice de supervivencia.

Propiedades de Geomallas Comúnmente Reportadas.		
Propiedades de ingeniería	Método de ensayo	Unidades
Propiedades de refuerzo		
2% o 5% Modulo secante	ASTM D 6637 <sup>1</sup>	KN/m
Coeficiente de interacción	GRI GG5	*2
Coeficiente de corte directo	ASTM D 5321	Grados
Apertura mm	Medida directa	Mm
Porcentaje de área abierta	COE CW-02215	%
Los valores del índice de Supervivencia		
Resistencia última a la tracción	ASTM D 6637	KN/m
Resistencia en los nodos	GRI GG2	%
Estabilidad ultravioleta	ASTM D 4356	%
Propiedades experimentales		
Rigidez a la flexión	Bajo desarrollo	*
Estabilidad de apertura	Bajo desarrollo	*

Tabla N°08: Índices con valores reportados

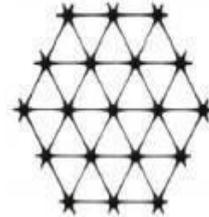
Fuente: (CIE, 2003)

**Interpretación:** En la tabla N°08, se observa método de ensayo modificado para geomallas en sitio de ASTM D 4595, también presenta propiedades adimensionales y las propiedades de rigidez a la flexión de rigidez a la flexión y estabilidad de apertura están siendo evaluadas.

Tabla N°06: Propiedades de la geomalla triaxial

Tensor International Corporation se reserva el derecho de cambiar las especificaciones de sus productos, en cualquier caso. Es responsabilidad de la persona que especifica el uso de este producto y del comprador asegurarse de que las especificaciones del producto en las que se confía para fines de diseño o adquisición estén actualizadas y que el producto sea adecuado para su uso previsto en cada caso.

Tensor TriAx® Geogrid



**General**

1. La geomalla se fabrica a partir de una lámina de polipropileno perforada, que luego se orienta en tres direcciones sustancialmente equilateras de modo que las nervaduras resultantes tengan un alto grado de orientación molecular, que continúa al menos en parte a través de la masa del nodo integral.

2. Las propiedades que contribuyan al desempeño de un estabilizado mecánicamente lo siguiente:

Propiedades	Longitudinal	Diagonal	General
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rib pitch<sup>2</sup>, mm (in)</li> <li>• Rib shape</li> <li>• Apertura shape</li> </ul>	33 (1.30)	33(1.30)	Rectangular Triangular
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structural Integrity</li> <li>• Junction efficiency, %</li> <li>• Isotropic Stiffness Ratio</li> <li>• Radial stiffness at low strain, KN/m @ 0.5 % strain (lb/ ft@ 0.5 % strain)</li> </ul>			93 0.6 200 (13,708)
<p><b>Durability</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la degradación química<sup>1</sup></li> <li>• Resistencia a la luz ultravioleta y a la intemperie</li> </ul>			100% 70%
<p><b>Dimensions and Delivery</b></p> <p>La geomalla TX se entregará en el lugar de trabajo en forma de rollo con cada rollo identificado individualmente y que mida nominalmente 3,0 metros (9,8 pies)</p>			

Fuente: (TENSAR IC, 2014).

**Interpretación:** En la tabla N°06, se presentan características de la geomalla triaxial, por la empresa Tensor una de las empresas dedicada a la fabricación de este tipo de materiales, siendo prioridad para el presente de investigación en cual está proponiendo este tipo de material mencionado líneas arriba.

**3.5.7. Acopio y transporte de geomallas**

La elaboración para entregar de geosintéticos(geomallas) se enrollan, utilizando un tubo de cartón o plástico en forma de carrete o la misma, se irá enrollando cuando se culmina el trabajo se sugiere colocar una cinta

adhesiva a fin de que esta evite que se desenrolle, solo en casos especiales, cabe recalcar que cada geomalla se empaca de manera individual, esto permite proteger el material (la geomalla), evitando posibles daños que pueden hacer ya sea por la humedad, la luz solar o cualquier otro tipo de contaminación.

Al momento de transportar los geosintéticos, deben ser correctamente empacadas, del lugar donde son obtenidas colocándolas con el debido cuidado en el vehículo que lo transportará, lo que respecta a su almacenamiento debe colocarse de forma horizontal en un espacio cerrado, donde haya ventilación. (Cruz Vargas 2013).

### **3.5.8. Ejecución de trabajos con geomallas**

Para lograr un trabajo con buenos resultados, en la instalación de geomallas, se pide que el material debe estar cerca y libre de la superficie de esta forma se garantiza su correcta adhesión en las capas del pavimento, la clave está en colocar en modo plano y sin grietas, arrugas. La geomalla será colocada de tal manera que la parte del geotextil esté boca abajo, es decir tocando la parte de la superficie, es importante que el rollo de la geomalla no se levante del suelo mientras se va desarrollando de manera manual o también puede ser de manera mecánica, las raíces y la vegetación u otros elementos superficiales, podrían alojarse hasta las ventosas y estos no tienen que ser eliminados cuando son con relación a los trabajos de reducir el costo de los desmontes y desplantes en caminos de bajo tránsito (USACE 2003).

Se debe limpiar convenientemente el área donde se colocará la geomalla, disponiendo las superficies labrado y excavado. Las secciones cortas de geomalla se podrían utilizar para tapar las raíces, tallos, troncos pronunciadas en el terreno, de esa manera se podrá mitigar el potencial de excavación.

La geomalla deberá ser desenrollada encima de la subrasante a mano, delante del relleno previamente habilitado, es muy útil coser los

empalmes del geotextil y la distancia como mínimo entre la superposición es de 1 pie.

Figura N°15: *Despliegue de la geomalla en situ.*



Fuente: (TENSAR, 2013).

En las geomallas que no están recubiertas con protección no deben recibir cargas de transmisión de vehículos, es decir antes que este sea recubierto con el agregado correspondiente, es correspondiente el colocar los rellenos en el suelo estable y después empujarlos por delante encima de la geomalla. En la siguiente figura se puede apreciar la evidencia del trabajo realizado, sobre un manto previamente regado se deberá colocar el material, posteriormente el extendido de la informalidad del terreno será consolidada por la motoniveladora, de la igual forma se deberá realizar la compactación. (Cruz Vargas 2013).

Figura N°16: *Vaciado del material granular en campo.*



Fuente: (Cruz, 2013).

### **3.5.9. Plan de diseño en caminos no pavimentados (Reforzado con geomalla).**

1. se deberá fijar el ambiente con relación al diseño del terreno natural, este como primer paso. Esto se hará en primer acto de avance en el diseño de la superficie de agregados. Al obtener los datos de ensayos de laboratorio se podrá tener la situación del diseño estructural del pavimento con referente a la subrasante, los estudios serán ensayos de (CBR) saturado en laboratorio o ensayos de cono, ensayos de veleta y los ensayos de (CBR) en el lugar donde se desarrollará el proyecto “in situ”. Una vez determinadas las circunstancias de diseño del terreno, se procederá a evaluar la aplicación de los geosintéticos, para determinar si se utilizará geomalla y/o geotextil (USACE 2003).
2. El posterior paso a realizar será determinar el tránsito de diseño, el estudio deberá configurarse y determinar la composición del tránsito más pesado clasificar estas y definir las por carga de ruedas ya sean de: Cargas de ruedas tándem, una sola rueda o de doble rueda.

La combinación del peso con el mecanismo identificado se utilizará como la masa de los vehículos de diseño. Por consiguiente, emplear la carga de la mitad del eje de dos o una rueda de los vehículos de un solo eje. Se utilizará un medio de carga sobre los vehículos que sean de 2 ejes más próximos y pesados, esto para los vehículos de varios

ejes. En la siguiente tabla se pueden observar los datos típicos de las cargas para vehículos militares. Este se basa en el incremento de carriles de 2 pulgadas, después de 1000 repeticiones de cargas equivalentes con un referente de 18 PSI.

El grosor general se deberá aumentar en un 10 por ciento para el diseño de 2000 repeticiones y un 20 por ciento en las de 5000 pasadas. Para el tráfico pesados referentes a la construcción se deberá aumentar un 10% (USACE 2003).

Tabla N°07: Referencias de Carga en vehículos militares

<i>Cargas de Tránsito de Vehículos militares típicas</i>				
<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>Peso total del vehículo o Lb</i>	<i>Carga de Diseño de la Rueda<sup>1</sup>, Lb</i>		
		<i>Rueda sencilla</i>	<i>Rueda Dual</i>	<i>Tandem</i>
<i>M54A2C, 6x6,5-Ton Cargo Truck</i>	<i>40,200</i>	<i>5,000</i>	<i>--</i>	<i>16,000</i>
<i>M929A1, 6x6, 5-Ton Dump Truck</i>	<i>35,065</i>	<i>6,000</i>	<i>--</i>	<i>12,000</i>
<i>M1062, 4x4, Semi Trailer Fuel Truck</i>	<i>64,600</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>34,000</i>
<i>M172a1, 4x4, 25-Ton Semi Trailer</i>	<i>66,600</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>42,000</i>
<i>M872A1-3, 6x6, 34-Ton Semi Trailer</i>	<i>86,440</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>57,000</i>
<i>M870, 6x6, 40-Ton Semi Trailer</i>	<i>96,440</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>57,000</i>
<i>M747, 8x8, 60-Ton HET Semitrailer</i>	<i>152,000</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>27,000</i>
<i>M1000, 8x8, 70-Ton HET Semitrailer</i>	<i>190,400</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>37,000</i>
<i>621E, 14-18 cu. yd. Caterpillar Scraper</i>	<i>115,195</i>	<i>32,000</i>	<i>--</i>	<i>--</i>
<i>RTCH, 50,000 b</i>	<i>166,800</i>	<i>69,000</i>	<i>--</i>	<i>--</i>

Fuente: (CIE, 2003).

**Interpretación:** En la tabla N° 07, se observa cargas por diseño de ruedas para carretas con refuerzo de geosintéticos. Utilice ½ del máximo de una sola rueda doble del eje de carga. Para ejes multiplex, utilice ½ del total de la carga más pesada sobre los 2 ejes adyacentes; y trate como una carga de ruedas en tándem.

3. Los valores que se necesita evaluar para poder determinar la capacidad estructural del pavimento donde se pretende emplear la geomalla y en la otra se tiene un pavimento de diseño tradicional, utilizando datos empíricos con los niveles establecidos por el equipo de carga simulada, la capacidad portante reforzada de un pavimento tradicional es de un 2.8, más sin embargo con el refuerzo que se emplea al utilizar la geomalla a todo esto los estudios recientes acerca de los ensayos realizados demuestran que la reducción de espesores es del tres punto seis por ciento un valor sugerido que puede tener el diseño estructural, el factor capacidad, también nos brinda un valor a tener en consideración del cinco punto ocho, estos datos pueden ser mejorados con el propósito de que los factores de resistencia son favorables, a continuación se puede observar un cuadro de factores de capacidad que son de utilidad para la base, de la carpeta de rodadura(USACE 2003).

Tabla N°08: *Factores de capacidad de carga reforzada.*

Factores de capacidad de carga reforzada, Nc 1, para pavimentos con superficie de agregados (BASE).			
Paso 1: Determinar la resistencia de diseño del subsuelo y la aplicabilidad de los geosintéticos.			
CBR ≤ 0.5	0,5 < CBR ≤ 2.0	2,0 < CBR ≤ 4.0	CBR > 4.0
Use un geotextil y una geomalla en la interfase del subsuelo y la base. La reducción del espesor de la base no se recomienda. Utilice TM5-822.12 para el diseño de los espesores.	Tanto una geomalla y un geotextil son recomendados. Utilice este procedimiento de diseño para el cálculo del espesor total con reducción.  <u>Geotextil</u> = 5.0  <u>Geomalla</u> = 5.8  <u>Ambos<sup>2</sup></u> = 5.8	Un geotextil se requiere para subsuelo finos. La Geomalla también puede ser rentable. Llévase a cabo el análisis de costos.  <u>Geotextil</u> = 5.0  <u>Geomalla</u> = 5.8  <u>Ambos<sup>2</sup></u> = 5.8	Realizar un análisis de costos. Considere los beneficios “No establecidos”. La escasez de datos no está disponible para determinarlos.

Fuente: (CIE, 2003).

**Interpretación:** En la tabla N°08, se observa el factor de capacidad de soporte sin refuerzo,  $N_c$ , es 2.8. tanto de un geotextil y una geomalla se recomiendan. El geotextil principalmente como una separación. La

utilización de un factor de 3.6 para diseños de pavimentos reforzados con geotextiles conservadores.

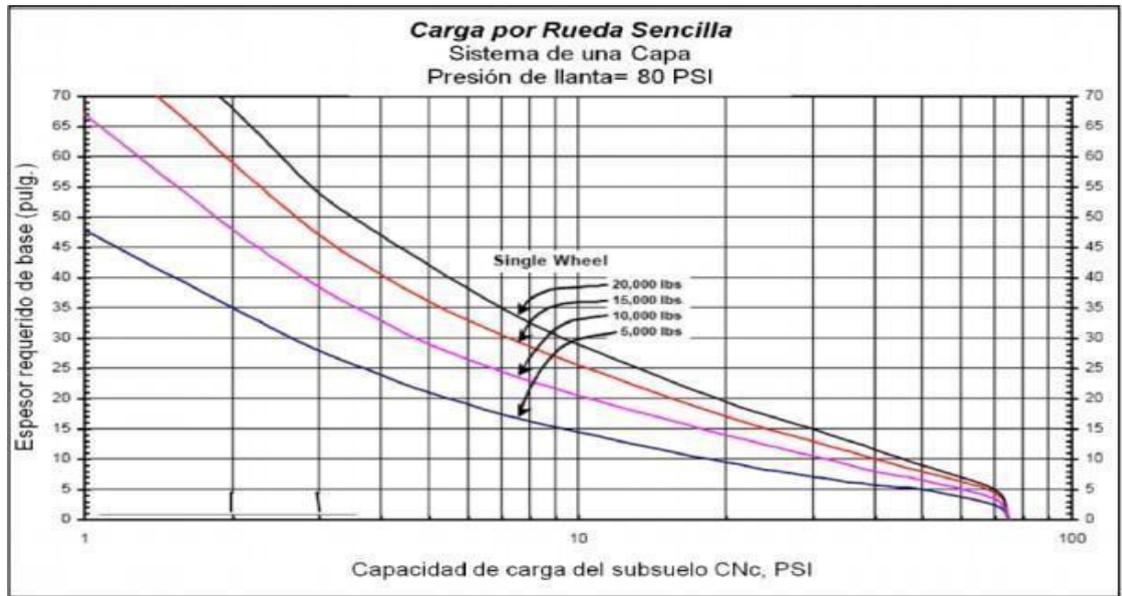
4. Finalmente, se tendrá que establecer el total del requerido, este se podrá establecer utilizando los siguientes gráficos, e los cuales especifica la cantidad de ruedas ya sean de dos ruedas o ruedas de carga tandem, él calculando que se hacen al obtener la resistencia de corte es gracias al programa de subsectorial de irrigaciones, esto se obtiene por el factor de la capacidad de sostén (Nc) así se obtendrá la capacidad de soporte del subsuelo CNc.

En los posteriores gráficos se pueden observar las curvas de diseño admitidas, en los dichos gráficos se aprecian la capacidad del terreno natural (CNc) de X. para ello se traza una vertical te toma como punto de partida el soporte de natural de la zona de trabajo dirigido hacia la elección que presenta, adecuándose con su peso. El resultado de los caminos los cuales están sin pavimentar deberá ser redondeadas a la siguiente pulgada.

Para la condonación no reforzamiento será requerido un espero de agregado con (Nc) DE 2.8. Esto con el motivo de poder reforzar el diseño y comparar los ahorros referentes.

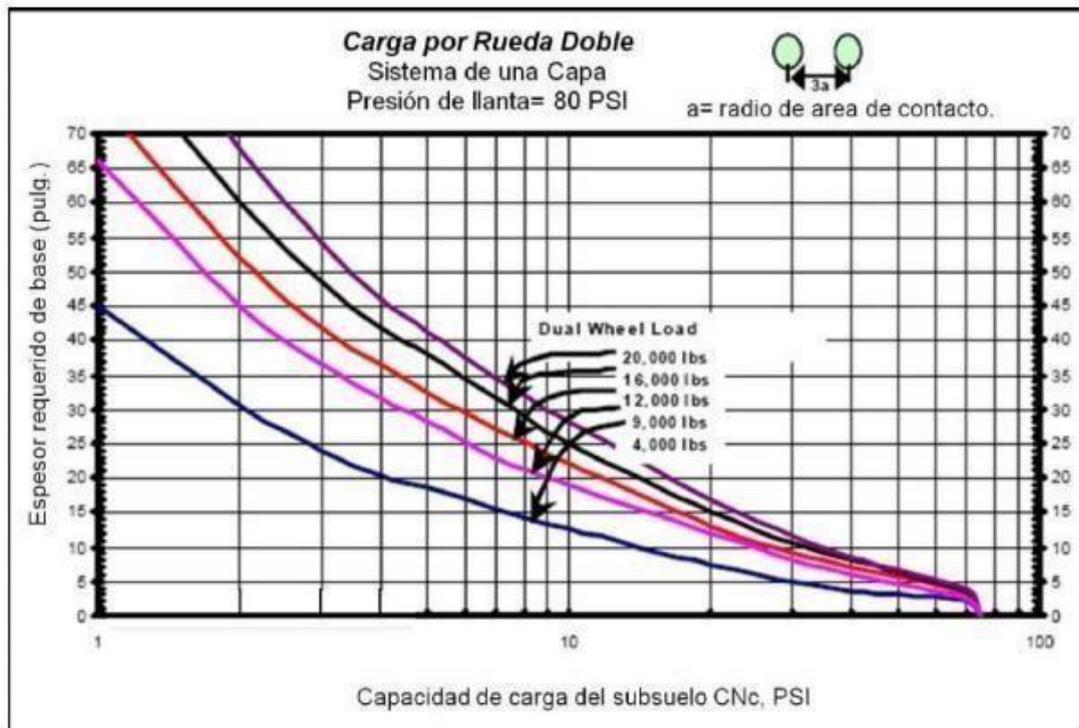
Entonces el plan de diseño reforzado se deberá calcular utilizando el (Nc) óptimo con relación a la clase de refuerzo idóneo. Lo recomendado para dichos pavimentos será de un espesor como mínimo de 6 pulgadas (USACE 2003).

Figura N°17: *Gráfico del plan de diseño de pavimento para cargas de rueda sencilla (Capa de rodadura de base).*



Fuente: (USACE, 2003).

Figura N°18: Plan del diseño de pavimento para cargas de rueda doble.



Fuente: (USACE, 2003).

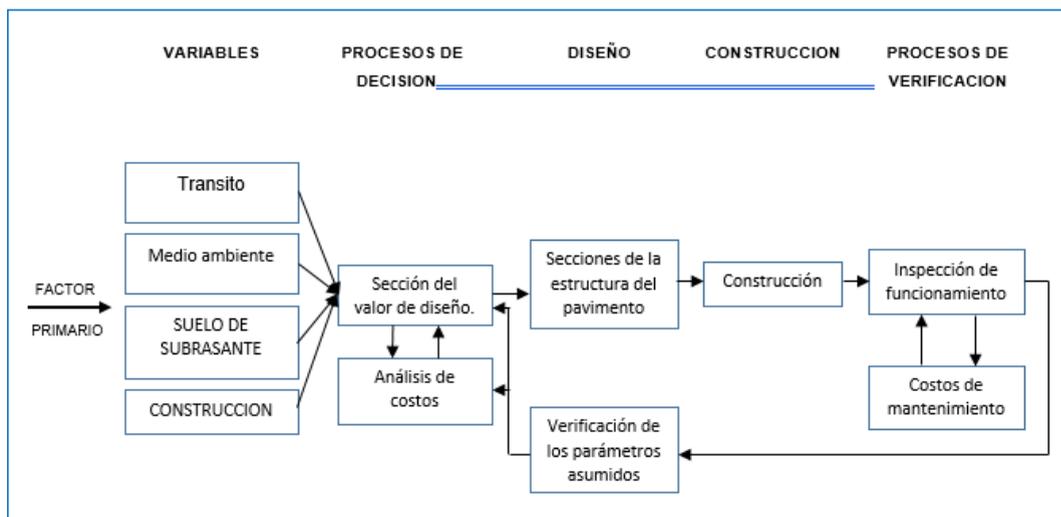
### 3.6. Método de análisis de datos

La estadística descriptiva, tiene como propósito confrontar los datos obtenidos de diversos exámenes utilizando fórmulas, gráficos y programas de computadora, tales como Excel y terceros interconectados a la investigación. (DIAZ 2018)

En el actual trabajo de investigación propone una sistemática para el dictamen de la situación del pavimento de una carretera de inferior masa de circulación para la medición de parámetros, estos se realizan mediante ensayos para llegar a los resultados de los factores que influyen en el pavimento, dichos ensayos son obtenidos en la superficie del lugar donde se desarrollara el proyecto. Las deformaciones producidas en su totalidad por diferentes cargas externas estas son consideradas como deformaciones y esfuerzos. Para ello los diferentes modelos numéricos son de distintos tipos los modelos que utilizan formulaciones variaciones o los analíticos con lo es el Hogg.

### Aspectos a tomar en cuenta en la toma de decisiones.

Figura N°19: *Puntos de vista a tener en cuenta para la toma de decisiones.*



Fuente: Elaboración propia 2020.

### 3.7. Aspectos éticos

Mientras se desarrolló la elaboración de este proyecto los investigadores han venido respetando las normas internacionales ISO, el proyecto no ha sido, todo el contenido es veraz y confiable, los datos obtenidos en laboratorio serán completamente veraces y tendrán la certificación correspondiente.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. CANTERAS**

#### **4.1.1. Estudio de Canteras**

Se efectuó un riguroso estudio de cantera con la finalidad de poder determinar y confirmar la calidad del material a utilizar, esto se logró determinar con los respectivos ensayos de suelos.

Para obtener las propiedades de calidad de la cantera se efectuó en base calicatas, de los cuales obtuvimos las muestras para su posterior análisis y ensayos en laboratorio, se realizó la exploración del terreno se tomó en cuenta mínimo 6 sondeos del terreno por cada área  $< 0 = a$  una hectárea.

Las muestras representativas de los materiales de cada cantera serán sometidas a los ensayos, a fin de determinar sus características y aptitudes para los diversos usos que sean necesarias (rellenos, concreto, etc.)

La exploración de las canteras o fuentes de materiales debe cubrir un área que asegure un volumen de material útil explotable del orden de 1.5 veces las necesidades del proyecto.

Estos trabajos se efectuarán a criterio, experiencia y responsabilidad del Proyectista, los resultados y conclusiones que presente deben ser los representativos y con una confiabilidad aceptada, de tal manera que los materiales procedentes de las canteras seleccionadas deberán cumplir estrictamente las Especificaciones Técnicas para Construcción de Carreteras (EG-2000).

#### **4.1.2. Localización**

Para la ejecución de los trabajos de conformación de terraplén se realizará con material de la cantera La Libertad; para el Mejoramiento de la base (Afirmado) se tiene la cantera Alto Sol (El oro), y para la Ejecución de los trabajos de Concreto se tiene la cantera "Naranjillo".

### 4.1.3. Evaluación de Canteras

#### **Ubicación de Canteras**

- Para la ejecución de los trabajos de Mejoramiento de la base existente (Afirmado) se tiene la cantera Garate. Esta cantera se encuentra ubicada en el Caserío Alto Sol (El Oro). A una distancia de 10.4km del inicio del tramo.

Tabla N°07: *Datos de la cantera, en el tramo de investigación.*  
*Elaboración propia, 2020.*

DATOS DE LA CANTERA	
NOMBRE:	Garate
UBICACIÓN:	A 10.40 km de Pueblo Libre
USO:	Material para conformación de afirmado y mejoramiento de subrasante
CAPACIDAD:	20,000 m
CLAS. SUCS	GC
CLAS.AASHTO	A-2-4(0)

Fuente: Elaboración propia,2020.

**Interpretación:** En la tabla N° 07, se establece características que se establecieron en el tramo, dentro de ello se describe los km de ubicación así también como la capacidad que está presenta, toda referencia estuvo bajo la normativa de AASHTO.

### Vista Satelital y Ubicacion de las Fuentes de Agua

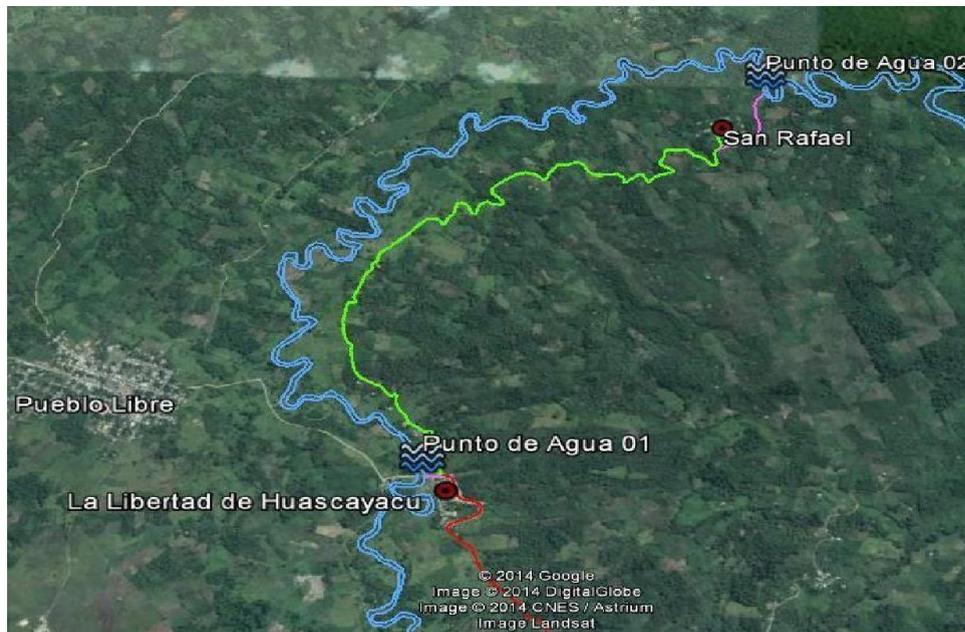


Fuente: Elaboración propia,2020.

#### 4.1.4. Fuente de Agua

Según las fuentes de información y estudios realizados, el agua para el mezclado de los materiales de las capas de relleno, sub rasante natural, será del Río Huascayacu y la quebrada Rumiycu que se encuentra en la zona, para los trabajos de concreto se emplea agua potable de las localidades beneficiarias (Pueblo Libre, Manantial, CC.NN. Los Olivos de Huascayacu y CC.NN. Shimpiyacu).

Figura N°20: Vista Satelital y Ubicacion de las Fuentes de Agua



Fuente: Elaboración propia, 2020.

## 4.2. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

### 4.2.1. Levantamiento Topográfico

Se ha tomado como referencia el levantamiento topográfico realizado por el Instituto Vial Provincial de Moyobamba.

### 4.2.2. Área de Influencia del Proyecto

Camino Vecinal sm-579: Emp. SM-113 (Pueblo Libre) – Manantial – Los Olivos de Huascayacu – CC.NN. Shimiyacu – CC.NN. Nuevo Progreso.

### 4.2.3. Metodología de Trabajo

El plano topográfico es la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, y edificaciones existentes, puestas por el hombre. El relevamiento topográfico muestra las distancias horizontales y las diferentes cotas o elevaciones de los elementos representados en el plano mediante curvas de nivel, a escalas convenientes para la interpretación del plano y para la

interpretación del plano y para la adecuada representación del camino y de las diversas estructuras que lo componen.

Por tratarse de un Estudio Definitivo, los planos topográficos han sido referidos a controles terrestres de la cartografía oficial, tanto en ubicación geográfica como en elevación, por lo cual se enseña en el Plano Clave el Hito Datum o BM tomado como referencia. Por ello, el trazado ha sido referido a las coordenadas señaladas en el plano, mostrado en las tangentes, el azimut geográfico y las coordenadas referenciales de PIS, PCS y PTS, etc.

El levantamiento topográfico se ejecuta en una estrecha franja del territorio, a lo largo de la localización proyectada para el camino y su derecho de vía. Para el caso de mejoramiento de una vía se utiliza el levantamiento restringido a prácticamente el derecho de vía de camino con el estacado preliminar; a este método se le denomina "Trazado Directo".

Definida la ruta por el camino existente, fijado el punto de partida y los puntos obligados de paso, se procede a realizar el levantamiento topográfico en su Primera Fase: Trabajo de Campo. Para ello, se ha trazado una poligonal abierta con el empleo de una estación total, instalando en campo los puntos de intersección de los alineamientos (PLS), tanto horizontales como verticales, para luego trazar un eje preliminar de carretera con la inclusión de curvas horizontales y curva verticales cóncavas verticales convexas; respetando los criterios establecidos por Normas. Para efectos de obtener la configuración de una faja de terreno de 20 cm como mínimo se ha seleccionado el eje trazado en campo cada 20 cm en tramos en tangente, así como cada 10 cm en las curvas horizontales con radios inferiores a 100 m, en caso de quiebres de la topografía se tomaron secciones adicionales en los puntos de quiebre.

Asimismo, se instaló un BM de control por Kilómetro utilizando una nivelación de tercer orden, nivel de precisión para efectos de facilitar su posterior replanteo, para cada uno de los puntos de control se

realizó un circuito de cierre para la corrección del error acumulado por el Método de Mínimo cuadrados.

A continuación, se presentan en Cuadro adjunto la relación de BMS fijados en el campo.

BM N°	PROGRESIVAS	COTAS	REFERENCIAS
1	0+026.73	817.762	Lado Izquierdo de la Vía
2	0+479.27	827.276	Lado Izquierdo de la Vía
3	01+017.90	828.957	Lado Derecho de la Vía
4	01+589.07	832.078	Lado Izquierdo de la Vía
5	02+00946	827.145	Lado Izquierdo de la Vía
6	02+501.50	819.282	Lado Derecho de la Vía
7	03+484.80	822.812	Lado Derecho de la Vía
8	04+082.75	826.681	Lado Izquierdo de la Vía
9	04+526.73	828.029	Lado Izquierdo de la Vía
10	05+016.22	826.509	Lado Izquierdo de la Vía
11	05+424.57	826.158	Lado Izquierdo de la Vía
12	05+928.78	827.119	Lado Izquierdo de la Vía
13	06+448.42	830.954	Lado Derecho de la Vía
14	06+936.20	837.506	Lado Derecho de la Vía
15	07+445.70	837.832	Lado Derecho de la Vía
16	07+972.27	853.962	Lado Izquierdo de la Vía
17	08+733.55	860.841	Lado Derecho de la Vía
18	09+926.15	861.835	Lado Izquierdo de la Vía
19	09+444.45	854.388	Lado Izquierdo de la Vía
20	09+888.55	865.574	Lado Izquierdo de la Vía
21	10+499.75	882.236	Lado Izquierdo de la Vía

Tabla N°08: *Relación de BM ubicados en campo.*

Fuente: Elaboración propia, 2020.

**Interpretación:** En la tabla N°08, se establecieron datos obtenidos en campo, estableciendo datos como progresiva, cotas referencias en cada una de ella,

En su Segunda Fase: Posteriormente se procedió a pasar los datos de información al software AutoCAD, esto con la finalidad de poder obtener e interpretar el terreno con curvas de niveles como también las secciones transversales, con dicha información se podrá proceder a diseñar la rasante y realizar modificaciones geométricas a sus respectivas secciones transversales, se tomó en cuenta la plataforma de diseño en concordancia al ancho de la plataforma dada según sea el relleno y corte de esta.

### **4.3. TRÁFICO**

#### **4.3.1. Objetivo**

Para poder conocer el volumen y tipo de vehículos que transitaron y transitan en nuestra vía proyectada es necesario el ejecutar un estudio de tráfico previo con esto podremos clasificar la vía, la estimación económica y determinar las características de diseño.

#### **4.3.2. Estudio de Tráfico**

Del tráfico de vehículos, de acuerdo al Inventario Vial Georeferenciado de la Provincia de Moyobamba el tráfico del camino es de 32 vehículos por día, conformado por 24 vehículos livianos y 08 vehículos pesados. La población que se verá beneficiada directamente del proyecto de infraestructura vial es de 3,665 habitantes de acuerdo al Perfil de Proyecto de Inversión Pública y al Inventario Vial Georeferenciado.

La principal vía de conexión para el transporte de cargas como pasajeros es el camino vecinal, siendo esta una fuente indispensable de economía y desarrollo para la localidad esto hace posible el transporte directo entre esta zona y las ciudades de Moyobamba, Rioja y Nueva Cajamarca, con las cuales mantiene estrecha relación comercial. Asimismo, permite el acceso de la población a los servicios públicos y privados.

Tabla N°09: *Estado Situacional del Camino Vecinal en Estudio*

Distrito	Camino Vecinal		Vía		Tráfico		Población Total Servicial
	Desde	Hasta	Longitud	Estado	Ligero	Pesado	
Moyobamba	EMP.S M – 113 (Pueblo Libre)	CC.NN . Nuevo Progreso	11.826	Malo	24	0/8	3,665

Fuente: Estudio de Tráfico – Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla N°09, se observa el estado situacional del camino vecinal tomando como punto de inicio el centro poblado de Pueblo de Libre y como punto final el centro poblado de Nuevo Progreso, estableciendo datos topográficos de la vía.

#### 4.3.1. Demanda Actual

La demanda actual de la vía está representada por la cantidad de vehículos motorizados que transitan por el camino vecinal este está representado por el IMD, las deficiencias actuales de que presenta el tramo dificulta la transitabilidad de los vehículos como también de los productos de la chacra se ven afectados por los altos precios de flete terrestre el cual minimiza la ganancia del agricultor al vender sus productos, también la demanda actual se representa por la cantidad de personas beneficiarias que formarán parte de los usuarios a futuro de la vía afirmada, se consideró a las localidades colindantes y conectadas al proyecto como lo son los centros poblados de Pueblo Libre, los caseríos Manantial y Los Olivos de Huascayacu y las CC.NN de Shimiyacu y Nuevo Progreso, pertenecientes a la provincia de Moyobamba, el cual es la ciudad receptora de los productos extraídos de estas localidades. El cual se considera como un eje principal dedesarrollo de los centros poblados involucrados.

Tabla N°10: *Conteo de Tráfico*

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución
Automóvil	10	31.25%
Camioneta	12	37.50%
C.R.	2	6.25%
Micro	0	0.00%
Bus Grande	0	0.00%
Camión 2E	8	25.00%
<b>IMD</b>	<b>32</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Proyecto de Inversión Pública Mejoramiento del Camino Vecinal SM-579: Emp. SM-113 (Pueblo Libre) – Manantial – Los Olivos de Huascayacu – CC.NN. Shimpiyacu – CC.NN. Nuevo Progreso.

**Interpretación:** En la tabla N°10, se observa el conteo de Tráfico un estudio de vehicular donde se pretende cuantificar, clasificar y conocer la variación horaria (cantidad de vehículos por hora); además, nos permite determinar el nivel de tráfico futuro.

#### 4.3.2. Estudio de la Vía

El proyecto será de vital importancia ya que cumplirá y subsana con una de las necesidades vigentes por la cual pasan las localidades de colindantes y cercanos al proyecto, este generará el acceso de transporte como de turismo a la zona como también el traslado de productos agrícolas hacia los mercados más cercanos locales de la ciudad de Moyobamba, Rioja y Nueva Cajamarca, a los cuales se accede las localidades de Pueblo Liebre, Manantial, Los Olivos de Huascayacu y Nuevo Progreso a través de la trocha carrozable que se empalma con la Vía Departamental SM-113.

Este tema tiene como objetivo determinar los volúmenes de tránsito en esta carretera vecinal, en tal sentido es importante conocer los principales parámetros que determinen los índices del tráfico real, para poder tomar criterios técnicos en la jurisdicción del proyecto.

#### **4.4. TRABAJO DE CAMPO**

##### **4.4.1. Reconocimiento Superficial del Terreno.**

En forma previa a la excavación de calicatas, se ha efectuado un recorrido de reconocimiento e identificación de las áreas de mayor importancia y criticidad estableciéndose los puntos en donde se efectuarán las calicatas.

Los trabajos señalados tienen la finalidad de conocer, en forma preliminar, los tipos de suelos que conforman la estratigrafía a sub- yacente al área del proyecto, a través de la absorción de las características y parámetros físicos y mecánicos del suelo superficial. Así mismo, este reconocimiento superficial del terreno contribuyó a una sectorización inicial, a efectos de seleccionar la obtención de las muestras que se ensayaron para la obtención del CBR.

##### **4.4.2. Exploración de Campo**

Según el reconocimiento del terreno ejecutado (L=11.826km), se han excavado veinte (20) calicatas en el primer estudio (km 0+000 – km 4+750) y veintinueve (29) calicatas en el segundo estudio (km 5+000 – km 11+826) en el segundo estudio, haciendo un total de cuarentena y nueve (49) calicatas para la totalidad del tramo (11.826 km) manteniendo una distancia entre una y otra de aproximadamente 250 m de longitud.

##### **4.4.3. Inspección In Situ**

Para la observación e inspiración visual en el mismo terreno, con fines de una clasificación preliminar, se ha efectuado un perfilado preliminar en cada una de las calicatas excavadas, en las que se ha efectuado un perfilado preliminar en cada una de las calicatas excavadas, en las que

se ha efectuado la inspección in situ, de terminándose las principales características de cada estrato de acuerdo a una apreciación visual.

De conformidad con la inspección efectuada y de acuerdo al registro de campo, de la clasificación visual – manual de los suelos observados y, de acuerdo a los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS), basados en la norma ASTM D-2487; se efectuó una clasificación preliminar del subsuelo, dentro de la profundidad estudiada, reconociéndose los estratos, de acuerdo a sus principales características físicas, las mismas que han sido confirmadas y/o corregidas de laboratorio.

Esta clasificación visual realizada durante la inspección in situ, ha permitido determinar los estratos y obtener nuestras repetitivas de cada estrato, las mismas que fueron acondicionadas para su envío al laboratorio.

#### **4.4.4. Obtención de muestras (Calicatas)**

El programa de actividades para desarrollar el presente estudio, tiene como base los trabajos de campo; realizadas para la obtención de muestras en los estratos identificados en la inspección in situ, observación de la estratigrafía y clasificación de los suelos representativos.

Estos trabajos han consistido en la excavación de un total de cuarenta y nueve (49) calicatas a cielo abierto, de 1.50m de profundidad, ubicadas estratégicamente en las zonas adyacentes a la franja de rehabilitación de la plataforma de rodadura, las mismas que han sido codificadas en forma secuencial mediante la letra “C” y un número correlativo, a fin de identificarlas durante todo el proceso; así como la apreciación visual de la estratigrafía, consistencia natural y además características del suelo subyacente, de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla N°11: *Muestra de Calicata*

Tramo	Estudio	Long. (km)	N° Calicatas	Calicatas / Subtramo (inicio - fin)	
Pueblo Libre – Manantial – Los Olivos de Huascayacu – CC.NN.	01	5.00	20	C – 01 (km 0+000)	C – 02 (km 4+750)
Shimpiyacu – CC.NN. Nuevo Progreso.	02	7.826	24	C – 01 (km 5+000)	C – 29 (km 11+826)

Fuente: Elaboración propia,2020.

**Interpretación:** En la tabla N°11, se menciona dos muestras de calicatas, donde se describe el punto de inicio y fin de la muestra, en el tramo de investigación en el presente proyecto de investigación.

Estas calicatas han sido utilizadas en el análisis y observación preliminar de los estratos superficiales, considerando que se han extraído muestras respectivas, efectuándose un cuidadoso registro de las características predominantes de los suelos que conforman cada estrato observado, así como la clasificación visual de los materiales, de acuerdo a los procedimientos del Sistema Único de Clasificación de Suelos (SUCS) y su correlación de Suelos (SUCS) y su correlación con el sistema AASHTO, características que han sido corroborados con los resultados de los ensayos procesados en ellaboratorio

Las muestras obtenidas han sido acondicionadas en forma adecuadas para su transporte al laboratorio, a fin de efectuar los ensayos correspondientes a la granulometría, límites de Atterberg, Proctor Modificado y C.B.R.

El perfilaje efectuado se ha representado en un registro de excavación para la calicata, el mismo que permite observar los tipos de suelos que conforman cada uno de los estratos y cuyos gráficos se adjuntan en el presente informe; mostrando la comprensión del terreno natural. Del mismo modo, se han realizado pruebas de reconocimiento manual para predefinir la consistencia del material de cada estrato, lo que complementa la observación visual en la calicataexcavada.

#### 4.5. TRABAJO DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas, en la excavación realizada, se ha verificado la clasificación visual y efectuándose en el laboratorio los siguientes ensayos:

Tabla N°12: Clasificación de pruebas de laboratorio.

Ensayos Estándar	Norma aplicable
Descripción visual - manual	ASTM D2488
Análisis granulométrico por Tamizado	ASTM D422
Contenido de humedad	ASTM D2216
Clasificación de suelos (AASHTO)	ASTM D2487
Clasificación de los suelos (SUCS)	ASTM D1557
Próctor modificado	ASTM D1557
Capacidad soporte de suelo	ASTM D1883

Fuente: Elaboración Propia,2020.

**Interpretación:** En la tabla N°12, se menciona la clasificación de estudios de laboratorio teniendo como respaldo las normas técnicas las cuales se hacen mención en cada una de ellas.

Los ensayos señalados fueron realizados en concordancia con las normas ASTM, AASHTO y las Normas Técnicas Peruanas, en cadauna de las muestras alteradas e inalteradas.

Los resultados, conclusiones y recomendaciones derivadas del presente informe, se incluyen en los acápite correspondientes; así como los cuadros, gráficos y perfiles adjuntos.

#### **4.5.1. Análisis de los Resultados**

Dada la efectividad de la exploración en campo, y el posterior estudio y obtención de los resultados en laboratorio, se ha logrado identificar los suelos de la subrasante del proyecto. En relación a la interpretación de los datos a las áreas observadas se ha considerado perteneciente al interpretar y dar a conocer los resultados de los estudios de la manera siguiente:

##### **Subrasante**

Las sub rasante son capas que se encuentran posicionadas por debajo de la estructura del pavimento, por lo tanto, en consideración de que el total del camino estudiado no existe ningún tipo de mejoramiento con material granular, se determina que la actual superficie de rodadura no puede ser considerada como superficie de rodadura del proyecto, debido a que tiene una capacidad portante baja; debiéndose realizar labores de mejoramiento de la subrasante con material de cantera. Ya que el tipo de suelo está considerado como suelos arcillosos limosos o arcillosos arenosos de consistencias suaves y rígidas.

##### **Superficie de Rodadura**

Se constata que la superficie de rodadura actual presenta un mal estado, dando como consecuencia que la rasante se encuentre expuesta a las afectaciones producidas por las precipitaciones pluviales, ya que carece de adecuados drenajes y protección con material granular

Estas condiciones se producen por causa de las intensas precipitaciones pluviales recurrentes que se producen en esta zona de la región, que ocasionan que la calzada se deteriore, generando

baches, encalaminados y ahuellamiento debido a la transitabilidad de los vehículos motorizados.

Para lo cual, para el diseño de la estructura del pavimento, se ha tomado en cuenta como la subrasante a las capas de estratos que involucran al suelo natural el cual se encuentran posicionados por debajo del perfil proyectado, en todas las evaluaciones al suelo que fueron por debajo del 1.50 se ha detectado la presencia del nivel freático, todos estos estando presentes por debajo de la explanación proyectada y por el nivel de corte estos solo en algunas calicatas.

El perfil del suelo del camino vecinal, está integrado en términos generales, por sedimentos coluviales, aluviales, arcillas plásticas, arenas arcillo limosas y arenas limosas, semi compactos, de alta y/o nula expansibilidad, suelos considerados de regular a mala calidad. Seguidamente, describimos cada tipo de suelo hallado en el lugar.

#### **4.6. Diseño de la Estructura del Pavimento.**

##### **4.6.1. Cálculos Realizados.**

Los cálculos para determinar el espesor del material de afirmado haciendo uso de refuerzos de geomalla fueron realizados con la metodología del Dr. J.P Giroud y el Dr. Jie Han, sobre suelos de baja capacidad de soporte y saturación.

La metodología de diseño Giroud-Han para vías no pavimentadas, publicada en el manual FHWA NHI-07-092 NHI Course No 132013: "Geosynthetic Design and construction of Transportation (2008), tiene base teórica y calibración empírica. Esta metodología se basa en Giroud and Noriray (1981), la cual emplea la teoría de distribución de esfuerzos para poder así calcular la presión ejercida vertical sobre la subrasante, las cuales son producidas por las cargas vehiculares. Con esto podemos calcular el espesor mínimo del relleno necesario para que la subrasante pueda soportar las cargas aplicadas. Giroud- Han tiene en cuenta considerar el método Giroud-Noriray, y adicionalmente considera las características del módulo de elasticidad del material posteriormente de relleno, las variaciones en los ángulos de

distribución de los esfuerzos con el número de pasadas de ejes equivalentes, el módulo de elasticidad de la apertura del material de refuerzo (GEOMALLA) y la profundidad de ahuellamiento.

La siguiente ecuación es utilizada para el cálculo del espesor mínimo de relleno requerido en el mejoramiento de la subrasante.

$$h = \frac{0.868 + \left(\frac{C}{h}\right)^{1.5}}{3.48 + 0.3} \sqrt{\frac{C^2}{[1 + 0.204 \left(\frac{C}{h}\right)^2 - 1]} - 1} \left( \frac{C}{[1 - 0.9 \left(\frac{C}{h}\right)]} \right)$$

En donde:

$h$  = Espesor requerido (m).

$C$  = factor de corrección.

$r$  = Radio de contacto de la llanta (m).

$N$  = Número de pasadas.

$C_1$  = CBR del agregado de mejoramiento.

$C_2$  = CBR de la subrasante a mejorar.

$F$  = Factor de ahuellamiento.

$M$  = Máximo ahuellamiento.

$K$  = Factor de capacidad de carga (sin y con esfuerzo).

$R$  = Factor de relación entre el CBR de la subrasante y el valor de corte.

De acuerdo a los datos de la subrasante obtenidos en campo, se determina que predominan suelos del tipo CL (arcillas inorgánicas de plasticidad pequeña y media) y MH (limos de alta plasticidad), con valores de CBR entre un 02 y 11% en las condiciones esperadas en laboratorio al 96% de la M.D.S. Para el presente estudio, se considera un valor de CBR de diseño igual a 03%, el cual es equivalente al percentil de 75%. Así mismo este representa un valor cercano a los mínimos, representativos y que los datos brindados son obtenidos en laboratorio, buscando siempre las condiciones favorables e ideales, estoy sin haber tomado en cuenta la

densidad ni la presencia de humedad en el lugar de estudio “in-situ”  
(Disminución de la capacidad portante del material de subrasante).

N.º	Muestra (m) De-A	Progresiva (km)	Limite de consistencia%			Clasificación de suelos		CBR%
			Limite liquido	Limite plástico	Índice de plasticidad	SUCS	AASHTO	
			ASTM-D-4318			ASTM-D-2487	ASTM-D-3282	
C-01	0.10 – 1.50	0+020	0.00	0.00	0.00	SM	A-4 (0)	10.63
C-02	0.10 – 1.50	0+500	0.00	0.00	0.00	MH	A-7-5(20)	3.32
C-03	0.10 – 1.50	1+000	28.28	19.51	9.85	CL	A-4 (3)	6.45
C-04	0.10 – 1.50	1+500	21.01	16.61	5.50	SC-SM	A-4 (0)	10.87
C-05	0.10 – 1.50	2+000	49.75	27.44	23.42	CL	A-7-6 (20)	5.36
C-06	0.10 – 1.50	2+500	0.00	0.00	0.00	SM	A-2-4 (0)	9.74
C-07	0.10 – 1.50	3+000	28.72	19.47	8.35	CL	A-4 (4)	6.26
C-08	0.10 – 1.50	3+500	28.02	19.83	12.29	CL	A-4 (4)	6.89
C-09	0.10 – 1.50	4+000	28.65	19.31	12.45	CL	A-6 (5)	6.36
C-10	0.10 – 1.50	4+500	38.23	22.77	18.58	CL	A-6 (17)	4.58
C-11	0.10 – 1.50	5+000	28.63	18.57	9.07	CL	A-4 (2)	5.67
C-12	0.10 – 1.50	5+500	32.17	21.52	11.77	CL	A-6 (5)	6.54
C-13	0.10 – 1.50	6+000	63.84	34.59	28.35	MH	A-7-5 (20)	3.26
C-14	0.10 - 1.50	6+500	37.62	21.18	17.54	CL	A-6 (12)	5.48
C-15	0.10 - 1.50	7+000	58.98	32.21	27.89	CL	A-6 (12)	3.28
C-16	0.10 - 1.50	7+500	33.32	18.68	13.74	CL	A-6 (9)	7.34
C-16	0.10 - 1.50	8+000	45.27	27.44	18.95	CL	A-7-6 (15)	5.12
C-17	0.10 - 1.50	8+500	61.74	33.28	29.56	MH	A-7-5 (20)	3.11
C-18	0.10 - 1.50	9+000	62.37	36.25	29.23	MH	A-7-5 (20)	3.45
C-19	0.10 - 1.50	9+500	62.07	34.08	26.89	MH	A-7-5 (20)	2.85
C-20	0.10 - 1.50	10+000	53.75	35.22	21.63	MH	A-7-5 (20)	2.75
C-21	0.10 - 1.50	10+500	28.36	19.35	11.03	CL	A-4 (3)	4.55
C-22	0.10 - 1.50	11+000	67.62	38.19	28.55	MH	A-7-5 (20)	2.45
C-23	0.10 - 1.50	11+500	41.58	22.63	19.88	CL	A-7-6 (16)	4.88
C-24	0.10 - 1.50	12+000	67.97	38.62	28.46	MH	A-7-5 (20)	2.45

Tabla N° 13: Dato de la subrasante del proyecto

Tabla 01: Datos de las subrasantes del tramo del camino vecinal / Elaboración propia, 2020.

**Interpretación:** En la tabla N°13, se describe cada una de las muestras tomadas, en el tramo de la investigación, mencionando el límite de consistencia, teniendo como valor de un tres por ciento en CBR, con el propósito de obtener muestras favorables para el proyecto.

Así mismo se asumirá un valor de C.B.R. del material de afirmado o relleno igual o mayor al 40.00 %.

Finalmente, los datos de diseño son los siguientes:

Tabla N°14: *Datos para el diseño.*

Propiedad	Valor
Carga axial	80 KN
N.º de ejes pasantes de 8,2 ton	10.000.00
CBR material de mejoramiento	≥40.0%
CBR subrasante	3.0%
Prof. Máxima de ahuellamiento	40 mm
Presión de llanta	550 kPa

Fuente: Elaboración propia, 2020.

**Interpretación:** En la tabla N°14, se establece propiedades y valores sobre. Carga axial: 80 Kn, es la carga por cada eje simple equivalente (ESAL). Prof. Máxima de ahuellamiento: Describe el ahuellamiento, la máxima superficie de deformación que una plataforma de mejoramiento requiere para mantener su serviciabilidad, (40 mm) es normalmente apropiado. Presión de inflado neumático equivale a 550 kPa, el cual corresponde a un camión convencional un con número relativo de ejes pasantes 8,2 ton, se ha llegado a una estimación de aproximadamente 10.000. A continuación, se muestran los resultados obtenidos, usando la metodología mencionada anteriormente.

Diseño según metodología Giroud- Han para vías no pavimentadas, publicada en el manual FHWA NHI- 092 (The federal highway administración).

Tabla N°15: Datos de afirmado con Geomalla triaxial

## DISEÑO DE AFIRMADO CON GEOMALLA MULTIAXIAL

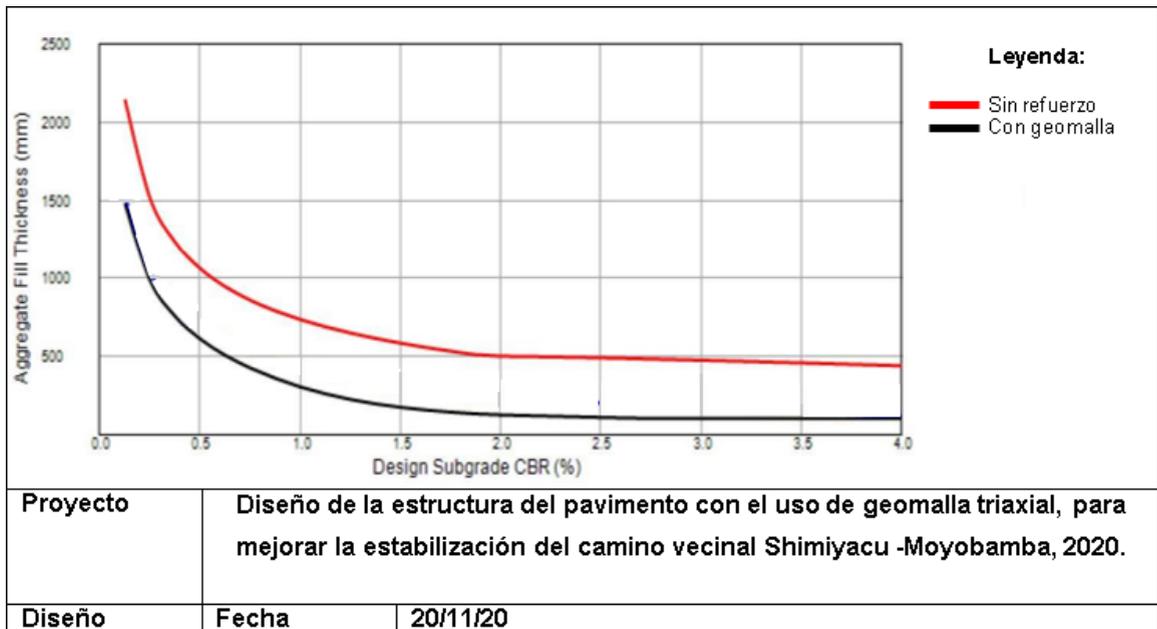
### °°°REPORTE°°°

#### PARÁMETROS DE DISEÑO

REQUERIMIENTO DE DISEÑO		PROPIEDADES DE LOS SUELOS	
Propiedad	Valor	Propiedad	Valor
Presión de llanta	550	CBR de relleno (%)	30
Carga axial	80	CBR subrasante diseño (%)	3.0
Pases axiales	10000		
Máximo de ahuellamiento (mm)	40		

#### RESULTADOS

Situación	Espesor de material de relleno (mm)		Ahorros en espesores de relleno (mm)	
	Calculado	Requerido	(mm)	(%)
<b>Sin refuerzo</b>	484.5	490	N/A	N/A
<b>Con Geomalla Triaxial</b>	183.7	190	300	61



Fuente: Elaboración propia,2020.

**Interpretación:** En la tabla N°15, se establecen los espesores necesarios para la estabilización de la subrasante son los siguientes: Espesor necesario sin refuerzo de 0.50 (20”), también, tenemos un espesor con refuerzo de geomalla triaxial con 0.20 (8”).

#### 4.6.2. VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Por el método publicado en el manual del cuerpo de ingenieros de los estados unidos

La presente verificación se realizará aplicando el manual del cuerpo de ingenieros de los estados unidos publicado en la ETL – 1110-1-189 USACE (2003), el cual describe con detalle los procedimientos para el diseño de vías haciendo uso de refuerzos con geomallas.

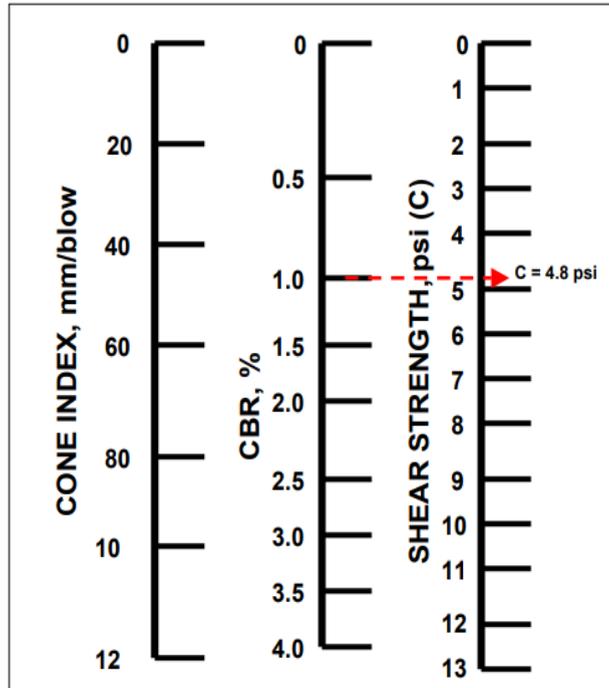
Resistencia al corte de la subrasante (c)

El primer paso para el diseño es determinar la resistencia al corte de la subrasante “c”. Esta se puede medir de manera directa en el terreno con dispositivos de corte, o indirectamente mediante correlaciones con los valores de capacidad de soporte CBR o del Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP).

Estas correlaciones se presentan en el gráfico 6.

Ingresando el valor de diseño de CBR igual a 3% en la figura 06, se obtiene un valor de resistencia al corte “c” igual a 10.3 psi.

Figura N°21: *Relación entre Índice de Cono, CBR y Esfuerzo de Corte “C”*



FUENTE: Use of Geogrid in Pavement Construction.  
USA CE ETL 1110-1-189

#### 4.6.3. Tráfico de diseño

Según el tipo de tránsito y el vehículo de máxima capacidad que circulara por la vía, los datos de tráfico son los siguientes:

Tabla N°16: *Propiedades de tráfico*

PROPIEDAD	VALOR
Carga axial	18 kips (80 KN)
Presión de llanta	80 psi (550 kPa)
N° de pases de eje	10,000

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

#### Factor de la capacidad de carga con refuerzo (Nc)

Los factores de capacidad de carga, con y sin esfuerzo, fueron determinados empíricamente mediante el ensayo a gran escala

ERDC. Mediante este ensayo se determinó que el factor de capacidad de carga no reforzado ( $N_c$ ) es de 2,8.

El factor de capacidad de carga,  $N_c$ , para el uso de una geomalla de refuerzo de refuerzo es de 5,8. Un resumen de estas recomendaciones se encuentra en la tabla 5 de la ETL-1110-1-189.

Figura N° 22: *Factores de capacidad portante reforzados,  $N_c$  1, para pavimentos de superficie agregada.*

Table 5 Reinforced Bearing Capacity Factors, $N_c$ <sup>1</sup> , for Aggregate-Surfaced Pavements						
Step 1: Determine Design Subgrade Soil Strength and Geosynthetic Applicability						
$CBR \leq 0.5$	$0.5 < CBR \leq 2.0$		$2.0 < CBR \leq 4.0$		$CBR > 4.0$	
Use a geotextile and a geogrid at subgrade-base interface. No aggregate thickness reduction recommended. Use TM 5-822-12 for thickness design	Both a geogrid and a geotextile are recommended. Use this design procedure for aggregate thickness reduction. <u>Geotextile</u> <u>Geogrid</u>		A geotextile is required for fine-grained subgrades. A geogrid may also be cost-effective. Perform a life cycle cost analysis. <u>Geotextil</u> <u>Geogrid</u>		Perform a cost analysis. Consider "hidden" benefits. Inadequate data is available to determine bearing	
	<u>ile</u>	<u>d</u>	<u>Both</u> <sup>2</sup>	<u>e</u>	<u>Geogrid</u>	<u>h</u>
	5.0 <sup>3</sup>	5.8	5.8	5.0 <sup>3</sup>	5.8	5.8

<sup>1</sup>The unreinforced bearing capacity factor,  $N_c$ , is 2.8.

<sup>2</sup>Both a geotextile and a geogrid are recommended. The geotextile serves primarily as a separation fabric.

<sup>3</sup>Use a factor of 3.6 for conservative geotextile-reinforced pavement designs.

Fuente: USACE ETL 1110-1-189.

#### 4.6.4. Cálculo del espesor requerido

El espesor total requerido para la capa agregado se determina usando las figuras 5,6 y del manual ETL-1110-1-189, para ejes simples, duales y tándem respectivamente.

La capacidad de soporte de la subrasante ( $CN_c$ ) está determinada por la resistencia al corte ( $C$ ) en psi, multiplicada por el factor de capacidad de carga ( $N_c$ ), según reforzada o no reforzada, con este valor y la figura según tipo de eje de vehículos se obtiene el espesor requerido de agregado en pulgadas.

A continuación, se muestran los valores para la condición reforzada y no reforzada:

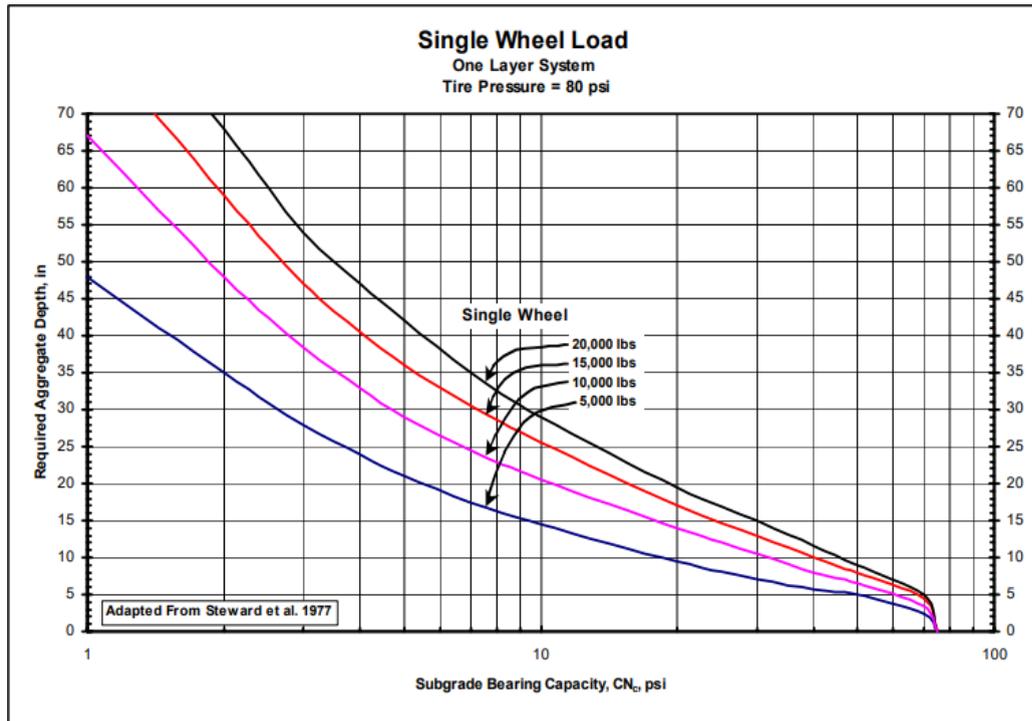
Condición no reforzada:  $CN_c = 2.8 \times 10.3 = 28.8$  psi

Condición Reforzada con

Geomalla Multiaxial:

$$CN_c = 5.8 \times 10.3 = 9.8 \text{ psi}$$

Figura N° 23: *Curvas de diseño para espesor de agregados – Ejes Simples.*



FUENTE: Use of Geogrids in Pavement Construction. USACOE ETL 1110-1-189

Los espesores de diseño resultantes son los siguientes:

Condición no reforzada: 17 pulgadas

Condición Reforzada con Geomalla triaxial: 06 pulgadas

Como los gráficos del USACE han sido elaborados considerando 1,000.00 ejes equivalentes, el mismo USACE recomienda incrementar el espesor en un 10% si el EAL es de 2,000.00 ejes y un 20% cuando es de 5,000.00. con cada incremento posterior se deberá incrementar 10% de espesor al diseño final.

Según el tráfico de diseño asumido, se obtienen los siguientes espesores finales:

Condición No Reforzada: 22 pulgadas (55 cm)

Condición Reforzada con Geomalla triaxial: 08 pulgadas (20cm)

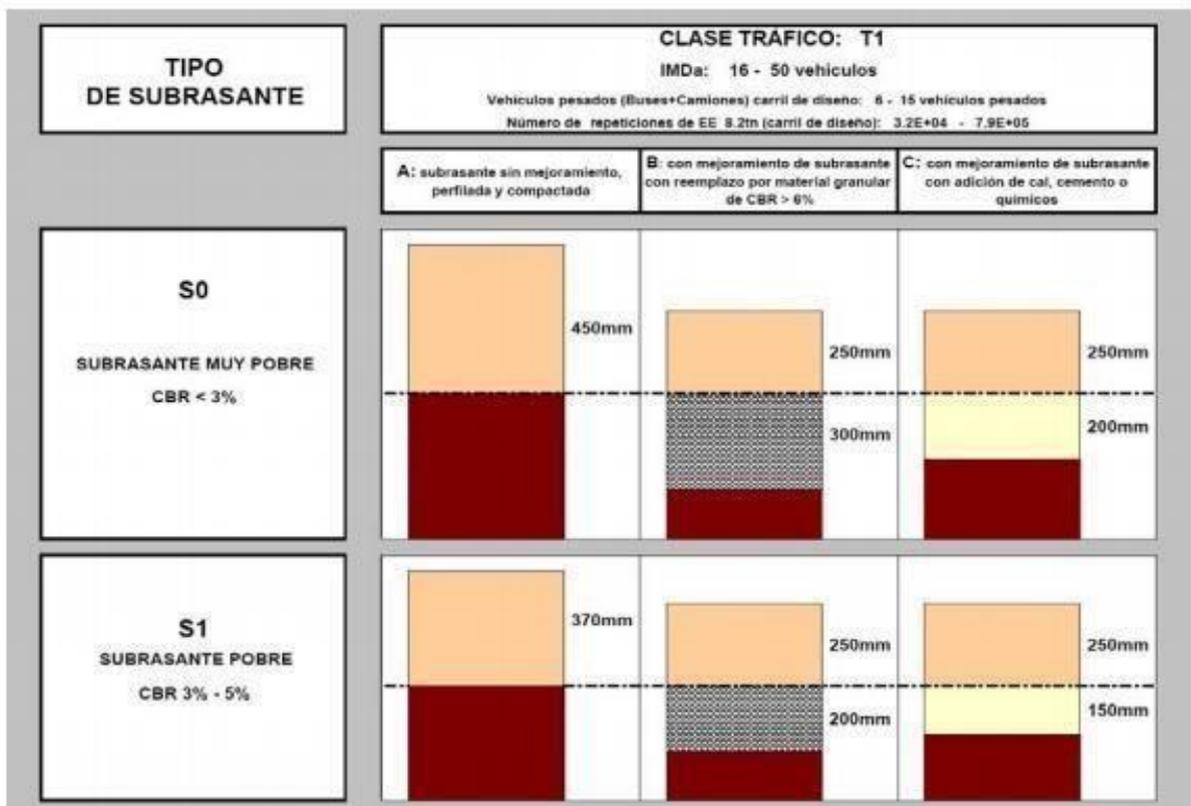
#### 4.7. Estos Resultados Corroboran el Diseño del Punto Anterior.

Por el manual para el diseño de carreteras No pavimentadas de bajo volumen de tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Mediante el catálogo del manual de diseño de carreteras No Pavimentadas de bajo volumen de tránsito (página 142 de dicho manual); el espesor sin refuerzo alguno, convencional, está en el orden de 18 a 22 pulgadas, similar a lo establecido por otros métodos en puntos anteriores.

De acuerdo a la investigación publicada en el boletín "IB/Thickness Reducción/07.08.06, Tensar Geogrids reduce the thickness of unbound granular layers in flexible pavements"; el uso de geomallas reduce aproximadamente en 2/3 los espesores convencionales de afirmado. Tomando en cuenta el valor anterior, el espesor de afirmado aproximado, haciendo uso de geomalla, es de 7.5 pulgadas, lo cual guarda relación con los resultados de los métodos anteriores.

Figura N°24: Catálogo de capas de revestimiento granular tráfico T1

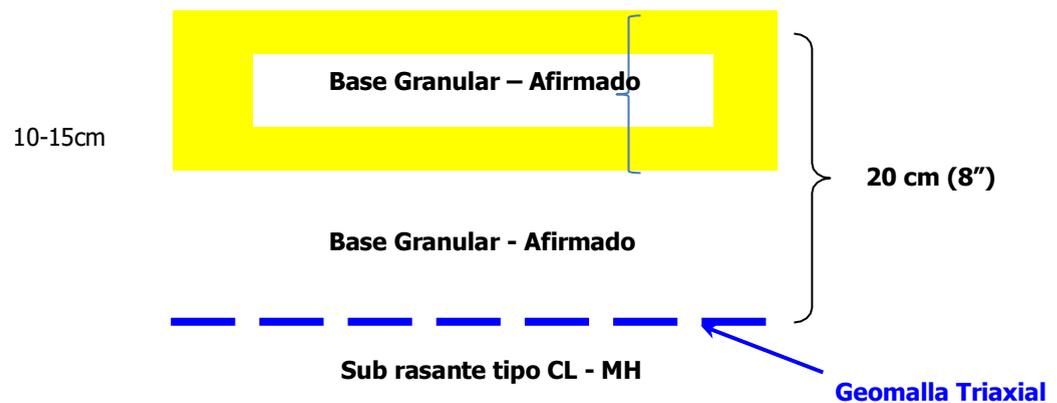


FUENTE: Manual de diseño para vías No Pavimentadas – MTC

4.7.1.

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE DISEÑOS**

Figura N° 25: Análisis de Disminución de Capas de Pavimentos



Fuente: Estructura del pavimento con geomalla triaxial

Tabla N°17: *Espesores del pavimento*

CAPA	ESPESOR PAVIMENTO TRADICIONAL (cm)	ESPESOR PAVIMENTO CON GEOMALLA (cm)	DISMINUCION DE ESPESOR (%)
AFIRMADO	20	20	-
BASE	50	20	30

Fuente: Resultados de Laboratorio.

**Interpretación:** En la tabla N°17, se presenta la diferencia de espesores y la disminución que se ha obtenido mediante la aplicación de la geomalla triaxial.

#### 4.8. Análisis de Costos Unitarios

<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON BASE GRANULAR</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.00</b>
<b>Costo unitario directo por:</b> <b>m3</b>	<b>42.89</b>

<b>código</b>	<b>Descripción recurso</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio s/.</b>	<b>Parcial s/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
147010001	CAPATAZ	hh	0.0055	19.00	0.10
147010003	OFICIAL	hh	0.0186	14.65	0.27
147010004	PEON	hh	0.1014	13.19	1.71
					<b>1.71</b>
<b>Materiales</b>					
298010081	DERECHO DE EXTRACCIÓN EN CANTERA PARA TERRAPLÉN	m3	1.1500	2.00	2.30
					<b>2.30</b>
<b>Equipos</b>					
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.05	0.05
348040003	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2000	hm	0.0059	150.00	0.89
348040037	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	0.1139	200.00	22.78
348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0.0059	20.00	0.12

348420001	ZARANDA ARTESANAL	HE	0.0263	10.00	0.26
349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101- 135HP 10-12 TN	hm	0.0062	150.00	0.93
349040010	CARGADOR S/ LLANTAS 125-155	hm	0.0409	180.00	7.36
349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140- 160 HP	hm	0.0192	280.00	5.38
349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	0.0062	180.00	1.12
					<b>38.88</b>

<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOMALLA MULTIAXIAL</b>					
Partida	<b>02.00</b>				
Costo unitario directo por: m2					<b>6.95</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>					
147010001	CAPATAZ	hh	0.0024	19.00	0.05
147010002	OPERARIO	hh	0.0047	17.27	0.08
147010003	OFICIAL	hh	0.0047	14.65	0.07
147010004	PEON	hh	0.0188	13.19	0.25
					<b>0.44</b>
<b>Materiales</b>					
279560005	GEOMALLA MULTIAXIAL	M2	1.3000	5.00	6.50
					<b>6.50</b>
<b>Equipos</b>					

337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.01	0.01

#### 4.9. Análisis Comparativo de Costos de Diseños

##### 4.9.1. Costo de pavimento sin geomalla

PAVIMENTO TRADICIONAL					
Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio s/	Parcial
01.00	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON BASE GRANULAR	M3	17739.00	42.89	760825.710
					760825.710

##### 4.9.2. Costo de pavimento utilizando geomalla

PAVIMENTO CON REFUERZO GEOMALLA TRIAXIAL E=0.20 DE AFIRMADO					
Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio s/	Parcial
01.00	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOMALLA MULTIAXIAL	M3	12407.83	6.95	86279.04
					86279.04



Por lo tanto, para el diseño del pavimento con mejoramiento de subrasante con geomalla:

- ✓ Se colocará la geomalla triaxial a lo largo de todo el tramo (L=11.826km)
- Debido a acceso constructivo, control de asentamientos diferenciales, homogeneización y aumento de la capacidad de soporte de la subrasante, es enteramente necesario el uso de refuerzo con Geomalla TRIAXIAL. Con dicho mejoramiento se obtiene una superficie estabilizada en el tope del relleno, optimizando la estructura del pavimento en 30 cm. De base.
- Se optimizaron costos.
  - El costo de pavimento flexible sin geomalla suma **s/. 2 280 533.033**
  - El costo de pavimento flexible con geomalla suma **s/. 1 606 239.830**
  - El costo en ahorro es de **S/. 674 293.793**, siendo económicamente rentable.
- Se cumplió con el objetivo de optimizar la estructura en el diseño del pavimento con el **DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU - NUEVO PROGRESO - MOYOBAMBA, 2020.**
- El uso de nuevas tecnologías aplicadas para estabilización de suelos en el presente informe justifica su uso en suelos blandos constituidos por limos y arcillas de variada plasticidad cuando las canteras están alejadas al proyecto.
- El diseño del pavimento para el proyecto vial en esta zona es eficaz y económicamente rentable, satisface las metas que se propone lograr y tener el menor costo de construcción y mantenimiento, mejorando las condiciones de transpirabilidad y durabilidad.

## 5.1. Resultados del uso de Geomalla Triaxial

- Mediante el uso de geomalla TRIAXIAL además de lograr una capa granular estabilizada mecánicamente, se logra mejorar la distribución de esfuerzos transmitidos a capas inferiores, controlar los asentamientos diferenciales y aumentar los radios de curvatura.
- Asimismo, se logran reducir los espesores de capa, sin reducir la capacidad estructural de la vía, lo cual significa una reducción de costos, disminución del volumen de corte y relleno, menor tiempo de duración de la obra y por ende una reducción de gastos generales.

## 5.2. Principales Características Técnicas de la Vía

En concordancia con las metas propuestas en el estudio de Pre Inversión y el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, el camino vecinal tendrá las siguientes características técnicas.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CAMINO VECINAL MEJORADO

<b>1. Características de la Vía</b>	
Longitud	11.826 km
Clasificación por su IMDA	T1 (16 - 50)
Clasificación por su función	Camino vecinal
Clasificación por el tipo de relieve	Carretera en terreno accidentado.
Clasificación por el tipo de demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación por el tipo de obra por ejecutarse	Mejoramiento de la base existente a través de la colocación y conformación de una capa de afirmado con un espesor de 0.20m, a esta base se la reforzará con geomalla triaxial y así evitar su deterioro y dar mayor duración a la vía.
Velocidad directriz	30 km/h
Radio mínimo	25.00 m
Radio mínimo excepcional	6.00 m (Zona Urbana)
Ancho de plataforma	4.00 m
Pendiente longitudinal máxima	>10%, No exceder de 180 m.
Bombeo	3.0%

**Fuente: Elaboración propia, 2020**

## **VI. CONCLUSIONES.**

### **Se concluye que:**

Mediante el uso de Geomalla triaxial además de lograr una capa granular estabilizada mecánicamente, se logra mejorar la distribución de esfuerzos transmitidos a capas inferiores, controlar los asentamientos diferenciales.

Al lograr reducir los espesores de capa, sin reducir la capacidad estructural de la vía, significa una reducción de costos, disminución de volumen de corte y relleno, menor tiempo de duración de la obra y por ende una reducción de gastos generales.

Los ensayos de mecánica de suelos realizados y análisis económico al tramo en estudio, concluyendo que si cumplen con las especificaciones técnica requeridas para la aplicación de la geomalla triaxial.

Desde el punto de vista ambiental, dada la necesidad de obtener soluciones de acuerdo a las disponibilidades de recursos y requerimientos regionales, para el mejoramiento de carreteras y caminos vecinales, conviene la aplicación de la geomalla triaxial, debido a que disminuirá la contaminación ambiental, menor explotación de canteras.

En la actualidad en la provincia de San Martín, el uso de estas tecnologías se encuentra limitado, por falta de conocimiento y aplicaciones por parte de entidades públicas, es por eso y dada la problemática a falta de investigación de nuevas tecnologías la presentación de este informe para su futura aplicación y desarrollo de las mismas.

Género una fuente bibliográfica para conocer el funcionamiento de la geomalla triaxial, en la zona de estudio del presente informe de ingeniería.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

Como recomendación, la vía deberá contar con una pendiente transversal o “bombeo” mínimo de 2.5%. la capa de rodadura deberá estar por encima del nivel freático. Así mismo analizar el subdrenaje.

Se recomienda a las instituciones públicas en la región San Martín a tener conocimiento y capacitación técnica en el uso de geomalla Triaxial.

Recomendaría a los gobiernos regionales, locales, distritales, instituciones viales, constructoras, ingenieros, etc., aplicar nuevas tecnologías o investigar acerca de las mismas, en el caso de la aplicación de geomalla, el cual es tema de no mucha trascendencia en la región y que podría sustituir a soluciones tradicionales que se vienen realizando, las cuales no garantizan la efectividad requerida.

## **VIII. PROPUESTA:**

Ante la presencia de suelos con alta plasticidad, se propone en el diseño de la estructura del pavimento para el DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU - NUEVO PROGRESO - MOYOBAMBA, 2020 a lo largo de todo el tramo para mejorar el control de asentamiento diferenciales, homogeneización y aumento de la capacidad de soporte de la subrasante optimizando la estructura del pavimento.

Se ha recopilado información existente que corresponde al estudio de topografía, estudio de tráfico, estudios de mecánica de suelos.

Tomando datos y parámetros existentes se procederá a diseñar la estructura del pavimento.

Se presentan conclusiones y recomendaciones importantes que deberán tomarse en cuenta para llevar a cabo la correcta colocación de la geomalla.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, A y Cornejo. A. Estabilización de taludes en la Costa Verde – Callao. Tesis. Ingeniero Civil. Lima, Perú. Universidad San Martín de Porres. 2014. 131pp.

BUSTAMANTE, N y Andrés.S. Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante, con el uso combinado de una Geomalla y un Geotextil. Tesis. Master Ingeniería de Vialidad y Transporte. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, 2016. 109pp.

BALLESTER, Casto y GARCIA, Miguel. Definición, función y clasificación de los geotextiles. 2.ed. España: Universidad de Cantabria, 2000. 130pp.  
ISBN: 856174263

BERNAL, C. Metodología de la investigación. 3ª ed. Colombia: Pearson Educación. 2010. 106 pp.  
ISBN: 9789586991285.

BAÑÓN, L. y Beviá, J. Manual de carreteras. 2ª ed. México: Alicante. 2000. 701pp.  
ISBN 8460702677.

BELTRÁN B. Carlos. A. Ventajas de la utilización de geosintéticos para el refuerzo de pavimento en la carretera 7 estación Transmilenio museo nacional. Tesis. Ingeniería de Pavimento. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva, Facultad de Ingeniería, 2013. 46 pp.

CRUZ VARGAS, E. *Influencia de geomallas en los parámetros mecánicos de materiales para vías terrestres*. Tesis. Mg. Ing. México, UNAM. 2013.148pp.

CÓRDOVA, Z. *Estadística descriptiva e inferencial*. 5ta.ed. Perú: Moshera SRL.2003.213pp.

ISBN: 9681864891.

CRESPO, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 1ª. Ed México: D.F, Limusa.1998, 123 pp.

SBN: 9681864891.

CONIRSA. 2007. Caso histórico: Pavimentación carretera interoceánica sur, uso de geomallas biaxiales en centros poblados [en línea]. Lima, Perú. Consultado 08 dic. 2016.

Disponible en:

<http://www.grupotdm.com/pdf/casos%20historicos/Pavimentacion-Carretera-Interoceanica-Sur.pdf>.

CABALLEROS TORRES, EA. *Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible*. Tesis. Ing. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006.168p.

CAMPAÑA, M. y Mendoza. *Los geosintéticos aplicados a obras de pavimento flexible*. Tesis (Ingeniería Civil). Guayaquil, Ecuador: Escuela superior Politécnica Guayaquil, 2011.126 pp.

CUBAS Gálvez, Jairo y Guevara Bustamante, José. Diseño de infraestructura vial para accesibilidad de las localidades El Granero km 0+000, Surumayo y Cutaxi km 8+450, Conchán, Chota, Cajamarca. 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020. 37 pp.

E.I.R.L., 495 p. ISBN: 9786123028787 Editorial Moshera SRL.  
ISBN: 9972813053

ELIZONDO, F. y Sibaja, D. Guía para la estabilización o mejoramiento de rutas no pavimentadas. Universidad de Costa Rica. 2008.66 pp.  
SBN:9650625112

GÁLVEZ, Juan y SAAVEDRA Olivera, Luis. Diseño de infraestructura vial urbana para la transitabilidad vehicular del centro poblado Ambato Tamborapa, Distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020. 37 pp.

GARNICA, ET.AL. Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres. Instituto Mexicano de Transporte.2002.  
SBN:0188-7297.

GAVILANES, D. y Nidia, E. Diseño de la estructura de pavimento con reforzamiento de geosintéticos aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua -La Mana. Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería,2006. 228 pp.

GESOF, P. Manual de diseños con geosintéticos. 8va. Edición Colombia,<sup>a</sup> 2009.430pp.

- HERNÁNDEZ, R. y Fernández, C. Metodología de la investigación. 6° Ed.  
México D.F. Editorial McGraw-Hill. 2014.600 pp.  
ISBN: 9781456223960.
- LIZÁRRAGA, L. y José M. (2013). Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomallas de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 174pp.
- LIPLATA. Soluciones integrales para el control de polvo y estabilización de suelos. Powered by Muchik Corp. Perú. 2013.
- MONSALVE, Lina; GIRALDO, Laura y MAYA, Jessyca. Diseño de infraestructura vial urbana para la transitabilidad vehicular del centro poblado Ambato Tamborapa, Distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 37 pp.
- MORALES, Hugo. ingeniería vial I. Santo Domingo: Editora Búho S.R.L, 2016. 210 pp.  
ISBN: 99934-25-67-2
- O'LEARY, Zina. The Essential Guide to Doing Your Research Project. 3.a ed. Reino Unido: Sage, 2017. 751 pp. ISBN 978-1-4739-5207-2
- ORREGO, C. y Daniel, A. (2014). Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014, 72 pp.
- PÉREZ, P. y Armando, J. (2010). "Geomallas". INGENET, México.

PAVCO. "Manual de diseño con geosintéticos". Bogotá –Colombia. Octava edición,2009.

QUISPE, J. y Rondón, S. (2012). "Propuesta integral de reforzamiento para edificaciones de adobe aplicación al caso de un local de adobe en la provincia de Yauyos". Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 95 pp.

REYES, Deyvith. Diseño de la carretera en el Tramo, el Progreso – Tiopampa, Distrito de Chugay, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento de la Libertad. Tesis (Ingeniero Civil).

Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 327 pp.

RODRÍGUEZ, Byron y CALLE, Franklin. Diseño Integral del Sistema de Drenaje Vial para obras de arte menor (Drenaje Longitudinal y Transversal) para la Carretera Pachón Mina Zharo. De 7.2 Km Ubicada en el Cantón Suscal en la Provincia de Cañar. Tesis (Ingeniero Civil).

Ecuador: Universidad de Cuenca, 2013. 92 pp.

SABINO, C. El proceso de investigación. 2. ed. Argentina: Editorial LUMEN.,1995. 238 pp.

ISBN: 9789507245.

SANTILLÁN, G. *Materiales geosintéticos: la estabilización*. Congreso Nacional del Medio Ambiente. TECONMA. España.2010. 22pp.

Tensar International Corporation, (2016). Alpharetta, Georgia –Estados Unidos.  
ISPN\_TX\_BRO\_5.16

TOAPANTA, Diana y VALLE, Víctor. Diseño de la vía Canelos – San Eusebio – El Carmen, de 6km de longitud ubicada en la parroquia Canelos, cantón Pastaza, provincia de Pastaza. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2018. 215.

VALDERRAMA, S. Pasos para la elaboración de proyectos de investigación científica. Cuantitativa, cualitativa y mixta. 2° ed. Perú. Editorial San Marcos. E.I.R.L. 2014. 495pp.

ISBN:9786123028787.

VELÁSQUEZ LUJERIO, EP. Uso de geomallas en la estructura de carreteras afirmadas, para trabajos de operación de los equipos en la explotación minera a cielo abierto. Tesis. Ing. Chimbote, Perú, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. 2009. 81 pp.

USACE (Army Corps of Engineers, US). ETL 1110-1-189, *Use of geogrids in pavement construction*. Washington, DC. 2003. 38pp.

KOERNER, RM. *Designing with geosynthetics*: 6 ed. USA, X libris. V. 20161, 1753 pp.

ZAMORA, B. y Juan, P. (2014). "Optimización de tratamiento de suelos blandos bajo terraplenes". Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 84 pp.

**Anexos**

**ANEXO N° 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN.**

**Tabla 12. Operacionalización de variables**

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>INDEPENDIENTES</b>					
GEOMALLA TRIAXIAL.	Las geomallas triaxial ofrecen gracias a su geometría triangular, una de las figuras geométricas más estables de la construcción, donde puede brindar un nuevo grado de rigidez, esto gracias a la transmisión de una apertura de malla triangular, esto de la mano con un aumento de las costillas ofreciendo en el sector de la construcción nuevas y mejorada alternativa técnica en la aplicación de geomalla.	Se utilizará la geomalla triaxial para establecer los suelos, se medirá a través de sus dimensiones y está a su vez será indicador de patrones. Según las dimensiones: -Distribución radial. -Resistencia a la tracción. -Reducir el espesor de las capas de la estructura del pavimento -Uniones monolíticas (Distribución radial)	Diseño sostenible	Resistencia de las uniones monolíticas	RAZÓN
			Propiedades multidireccionales	Reducciones en el espesor de las capas de áridos	RAZÓN
			Distribución de cargas	Resistencia a la tracción	RAZÓN
<b>DEPENDIENTES</b>					

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	El proceso principal para obtener un diseño de pavimento que cumpla con todas las necesidades que se necesita en el transporte vial es la estabilización y la metodología para obtener una compactación de los materiales y las carpetas del pavimento esto con el objetivo de estabilizar y mejorar la resistencia mecánica.	A través de las dimensiones: -graduación de suelo existente. -Estabilización mecánica.	Reducción del espesor de la estructura del pavimento.	Reducción del costo directo de construcción.	RAZÓN
			Reforzamiento del suelo.	. Incremento de la capacidad portante	RAZÓN

*Elaboración propia, el año 2020.*

• ANEXO N° 02. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Tabla N°13: Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu - Nuevo Progreso - Moyobamba, 2020.				
Formulación del problema	Objetivo	Hipótesis	Variables y dimensiones	Marco metodológico
<b>Problema general</b> ¿Cómo mejora el uso de geomalla triaxial en el diseño de la estructura del pavimento? <b>Problemas específicos</b> ¿Cuál es el aporte estructural que brinda una geomalla triaxial al Pavimento? ¿Cuáles son los costos que tiene la construcción de un	<b>Objetivo general</b> Determinar la aplicación de la geomalla triaxial, como alternativa para la mejora en la estabilización de suelos en el diseño de la estructura del pavimento. <b>Objetivos específicos</b> -Determinar el aporte estructural por parte de la	<b>Hipótesis general</b> El diseño en la estructura del pavimento mejorara mediante el uso de Geomalla Triaxial.  <b>Hipótesis específicas</b> -Existe un aporte estructura por parte de la	<b>Variable Independiente:</b> Geomalla Triaxial	<b>Tipo de investigación</b> Tipo de estudio pre experimental
			<b>Variable dependiente</b> Diseño de la estructura del pavimento	<b>Diseño de investigación</b> Aplicada
				<b>Población</b> información estadística de registros censales proporcionada por el INEI

<p>pavimento con geomalla triaxial?</p> <p>¿En qué nivel la aplicación de la geomalla triaxial mejorará la estabilización de los suelos?</p> <p>¿Cómo influye el diseño de una base granular reforzada con geomalla triaxial para optimizar la calidad en la vida útil del pavimento?</p>	<p>geomalla triaxial, en el pavimento.</p> <p>-Determinar los costos que tiene la construcción de Pavimento con el uso de la geomalla triaxial.</p> <p>-Determinar el nivel de aplicación con la geomalla triaxial para la mejorará en la estabilización de los suelos blandos.</p> <p>-Determinar el diseño de una base granular reforzada con geomalla triaxial en la optimización de la calidad en y vida útil del pavimento.</p>	<p>geomalla triaxial, en el pavimento rígido.</p> <p>-Los costos serán viables en la construcción de Pavimento rígido con geomalla triaxial en el camino vecinal Shimiyacu – Nuevo Progreso – Moyobamba.</p> <p>-El nivel de aplicación de la geomalla triaxial mejorará la estabilización de los suelos blandos.</p> <p>-Influye el diseño de una base granular reforzada con geomalla triaxial en la optimización de la calidad en la vida útil del pavimento rígido.</p>		<p>(Instituto Nacional de Estadística e Información) y en MINSA (Micro Red de Salud actualizado al 2017).</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Las muestras están conformadas por un total de longitud del tramo para el mejoramiento de 11.826 Kilómetros, a partir de Emp. -113 (Vía Departamental), partiendo de la zona de electro, hasta llegar a la Comunidad Nativa de Nuevo progreso</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Para el instrumento de recolección de datos se usará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ensayo de clasificación de suelos SUCS Y A.S.S.H.T.O.</li> <li>✓ Ensayo para definir la capacidad de soporte CBR (California Bearing Ratio).</li> </ul>
---	--	---	--	--

*Elaboración propia por los tesisistas el año 2020.*

• ANEXO N° 3: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Lavado Enríquez, Juana Maribel  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniera Civil  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.  
 Autor (s) del instrumento (s): Dávila Perea Mark Antony y Pérez Taype Katherine Beatriz.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						48

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

J. Maribel Lavado Enríquez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 85930

Moyobamba, 8 de junio del 2020

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Gustavo Ivanovich Cornejo Saavedra  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniera Civil  
 Instrumento de evaluación : Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu - Nuevo Progreso- Moyobamba, 2020.

Autor (s) del instrumento (s): Dávila Perea Mark Antony y Pérez Taype Katherine Beatriz.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					44	

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDO Y PUEDE SER  
APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 44

Moyobamba, 10 de junio del 2020

Gustavo I. Cornejo Saavedra  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 156464  
 Sello personal y firma

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

Apellidos y nombres del experto: Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara.  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo - Tarapoto.  
 Especialidad : Docente en Metodología.  
 Instrumento de evaluación : Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu - Nuevo Progreso- Moyobamba, 2020.

Autor (s) del instrumento (s): Dávila Perea Mark Antony y Pérez Taype Katheri ne Beatriz.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos maestres.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las Hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, Hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>48</b>				

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El instrumento es válido para ser aplicado a la población de estudio; puesto que, cumple con los criterios metodológicos.

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

48

Tarapoto 12 de julio de 2020

  
 -----  
**DRA. ANA N. SANDOVAL VERGARA**  
 DOCENTE  
 CBP 8311

# Anexo 03. Estudios Básicos de laboratorio:

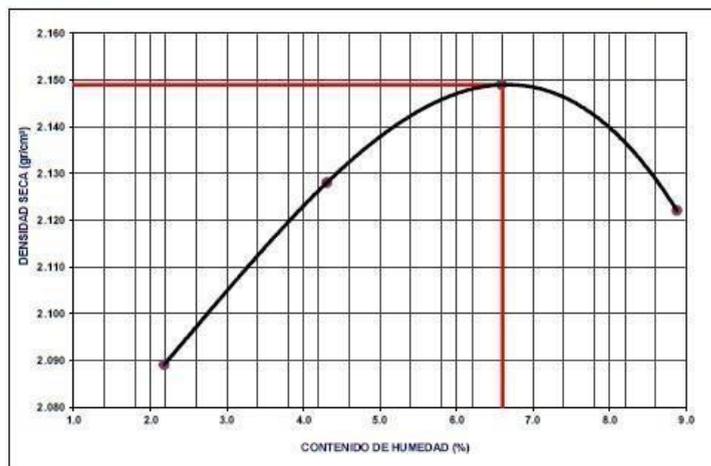
## 1.-ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO:



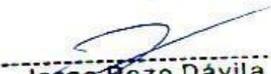
**CONSULTORÍA SELVA**  
**Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales**  
 Pasaje Sargento Tejada lote 36-A Mz.5190 Barrio Belén - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín  
 Celular : #942623907 E - mail : consultoriaselva@hotmail.com

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO	
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D	
<b>OBRA</b>	: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU -MOYOBAMBA, 2020.
<b>UBICACIÓN</b>	: LOCALIDADES: Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huascayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN. Nuevo Progreso. PROV. MOYOBAMBA      DIST. MOYOBAMBA
<b>CANTERA</b>	: CANTERA GARATE
<b>MATERIAL</b>	: SUB BASE GRANULAR
<b>SOLICITA</b>	: MARK ANTONY DAVILA PEREA. <span style="float: right;">FECHA : 04-18</span> KATHERINE BEATRIZ PEREZ TAYPE

COMPACTACION					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "C"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56				
NÚMERO DE CAPAS	: 5 <span style="float: right;">HUSO B</span>				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10050	10230	10378	10420	
PESO DE MOLDE (gr)	5557	5557	5557	5557	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2135	4493	4673	4821	4863
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2276	2105	2105	2105	2105
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.195	2.134	2.220	2.290	2.310
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.294	2.089	2.128	2.149	2.122
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	4	7	3	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	806	643.00	754.00	678.50	683.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		631.00	730.00	641.00	633.00
PESO DE LA TARA (gr)	39.63	80.00	172.50	71.50	70.00
PESO DE AGUA (gr)		12.00	24.00	37.50	50.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	98.86	551.00	557.50	569.50	563.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		2.18	4.30	6.58	8.88
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.149		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		6.60



  
  
**LUIS GUERRERO SOPLIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 65202

  
**Jorge Pezo Dávila**  
 Técnico Especialista en  
 Suelos y Pavimentos

## 2.- ANALISIS GRANULOMETRICO PORTAMIZADO:



**CONSULTORIA SELVA**  
**Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales**  
 Pasaje Sargento Tejada lote 36-A Mz.5190 Barrio Belen - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín  
 Celular : #942623907 E - mail : consultoriaseiva@hotmail.com

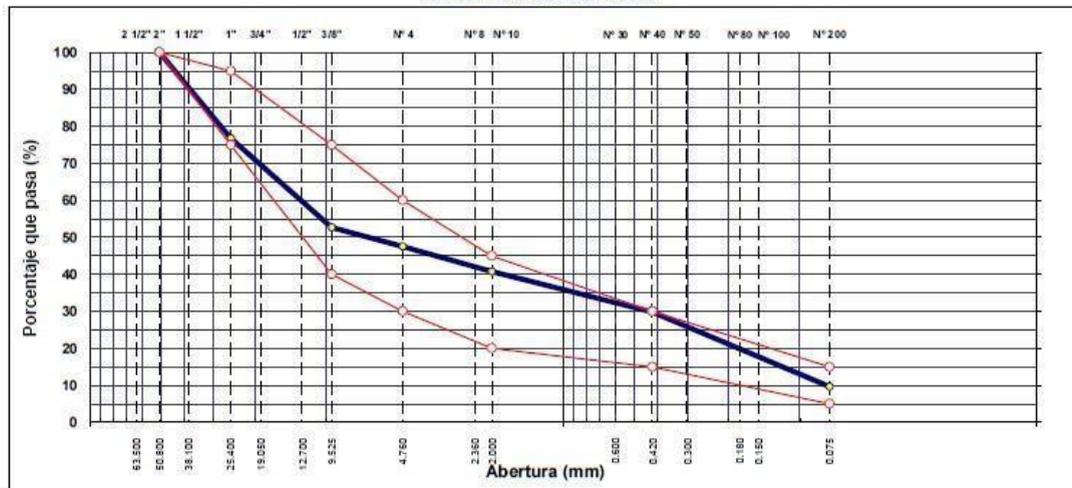
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU - MOYOBAMBA, 2020.  
**UBICACIÓN** : LOCALIDADES: Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huasayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN Nuevo Progreso. PROV. MOYOBAMBA DIST. MOYOBAMBA  
**CANTERA** : CANTERA GARATE  
**CAPA** : SUB BASE GRANULAR  
**SOLICITANTES** : MARK ANTONY DAVILA PEREA. FECHA : Oct-20  
 KATHERINE BEATRIZ PEREZ TAYPE.

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	HUBO B	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 15.645.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 14134.7 gr	
2"	50.800				100.0	100 - 100	PESO FINO = 500.0 gr	
1 1/2"	38.100	1,345.0	8.6	8.6	91.4		LÍMITE LÍQUIDO = 22.65 %	
1"	25.400	2,287.0	14.6	23.2	76.8	75 - 95	LÍMITE PLÁSTICO = 16.70 %	
3/4"	19.050	1,195.0	7.6	30.9	69.1		ÍNDICE PLÁSTICO = 5.95 %	
1/2"	12.700	1,398.0	8.9	39.8	60.2		CLASF. AASHTO = A-1-a (0)	
3/8"	9.525	1,174.0	7.5	47.3	52.7	40 - 75	CLASF. SUCCS = GP - GC	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado % 200	
# 4	4.760	806.0	5.2	52.5	47.6	30 - 60	15645.0 14134.7 9.7	
# 8	2.360						% Grava = 52.5 %	
# 10	2.000	71.3	6.8	59.2	40.8	20 - 45	% Arena = 37.9 %	
# 30	0.600						% Fino = 9.7 %	
# 40	0.420	115.2	11.0	70.2	29.8	15 - 30	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humedad	
# 50	0.300							
# 80	0.180						OBSERVACIONES:	
# 100	0.150							
# 200	0.075	212.0	20.2	90.4	9.7	5 - 15		
< # 200	FONDO	101.5	9.7	100.0	0.0			
FRACCIÓN		500.0					Coef. Uniformidad 166 Índice de Consistencia	
TOTAL		15.645.0					Coef. Curvatura 0.2	
Descripción suelo:	Grava pobremente gradada con arcilla y arena						Pot. de Expansión	Bajo

CURVA GRANULOMÉTRICA



  
**LUIS GUERRERO SOPLÍN**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 65202

  
**Jorge Pezo Dávila**  
 Técnico Especialista en  
 Suelos y Pavimentos

### 3.- LIMITESE DE ATTERBERG:



**CONSULTORÍA SELVA**

**Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales**

Pasaje Sargento Tejada lote 36-A Mz.5190 Barrio Belén - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín  
Celular : #942623907 E - mail : consultoriaselva@hotmail.com

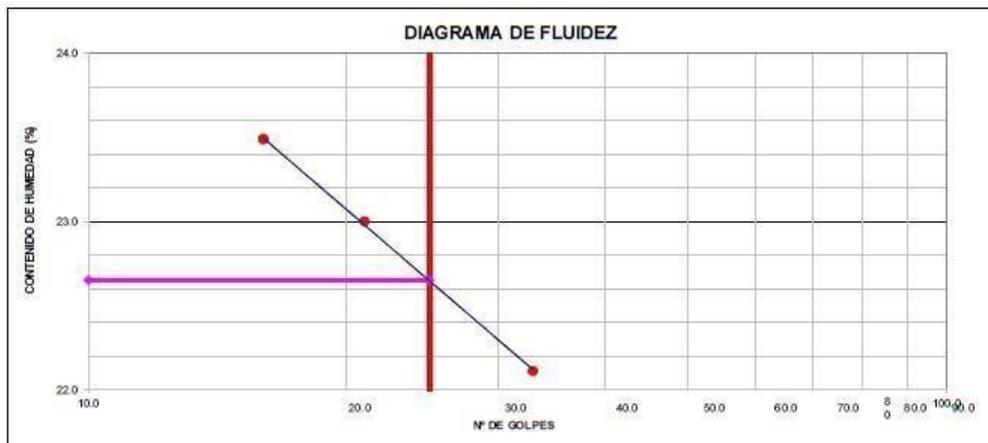
**LIMITESE DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABIUZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU -MOYOBAMBA, 2020.		
<b>UBICACIÓN</b>	: LOCALIDADES: Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huascayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN Nuevo Progreso. PROV. MOYOBAMBA      DIST. MOYOBAMBA		
<b>CANTERA</b>	: CANTERA GARATE		
<b>MATERIAL</b>	: SUB BASE GRANULAR		
<b>CANTERA</b>	: MARK ANTONY DAVILA PEREA. KATHRINE BEATRIZ PEREZ TAYPE.		<b>FECHA</b> : Oct-20

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO		30	33	25
TARRO + SUELO HÚMEDO		47.98	39.30	48.84
TARRO + SUELO SECO		44.69	36.11	45.23
AGUA	2135	3.29	3.19	3.61
PESO DEL TARRO	2276	29.81	22.24	29.86
PESO DEL SUELO SECO	1195	14.88	13.87	15.37
% DE HUMEDAD	1294	22.11	23.00	23.49
Nº DE GOLPES	512	33	21	16

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO		10	11	
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.63	19.46	17.03	
TARRO + SUELO SECO		18.10	15.71	
AGUA	98.86	1.36	1.32	
PESO DEL TARRO		10.02	7.74	
PESO DEL SUELO SECO		8.08	7.97	
% DE HUMEDAD		16.83	16.56	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	22.65
LÍMITE PLÁSTICO	16.70
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.95

OBSERVACIONES

  
 LUÍS GUERRERO SOPLIN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 65202

  
 Jorge Pezo Davila  
 Técnico Especialista en  
 Suelos y Pavimentos

## 4.- ENSAYO DE CBR:



### CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales  
Pasaje Sargento Tejada lote 36-A Mz.5190 Barrío Belén - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín  
Celular : #942623007 E - mail : consultoriaselva@hotmail.com

**PROYECTO** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU -MOYOBAMBA, 2020.  
**UBICACIÓN** : LOCALIDADES: Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huacayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN Nuevo Progreso. PROV. MOYOBAMBA DIST. MOYOBAMBA  
**CANTERA** : CANTERA GARATE  
**MATERIAL** : SUB BASE GRANULAR  
**SOLICITA** : MARK ANTONY DAVILA PEREA, KATHERYNE BEATRIZ PEREZ TAYPE  
**FECHA** : oct.-20

ENSAYO DE CBR											
MTC E 132 - ASTM D 1983 - AASHTO T-193											
Molde N°	3			6			5				
N° Capa	5			5			5				
Golpes por capa N°	56			25			12				
Cond. de la muestra	NO SATURADO			NO SATURADO			NO SATURADO				
Peso molde + su. CERRO (SECT) (gr)	9750			8711			8490				
Peso de molde (gr)	4903			4098			4164				
Peso del suelo húmedo (gr)	4847			4613			4326				
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2123			2123			2105				
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.283			2.173			2.055				
Humedad (%)	6.53			6.58			6.21				
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.143			2.039			1.935				
Tarro N°	3			9			5				
Tarro + Suelo húmedo (gr)	678.00			674.00			689.00				
Tarro + Suelo seco	2135	647.00		637.50			653.00				
Peso del Agua	2276	31.00		36.50			36.00				
Peso del tarro	1195	172.00		82.50			73.00				
Peso del suelo seco	1294	475.00		555.00			580.00				
Humedad	512	6.5		6.6			6.2				
Promedio de Humedad (%)	6.50			6.60			6.20				
806											
EXPANSIÓN											
98.86											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											
PENETRACIÓN											

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 6				MOLDE N° 5			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		65	3.3			34	1.7			28	1.4		
0.050		211	10.7			121	6.2			96	4.9		
0.075		386	19.7			234	11.9			168	8.6		
0.100	70.31	643	32.8	35.33	50.3	397	20.2	25.03	35.6	240	12.2	10.95	15.6
0.150		1034	52.7			732	37.3			345	17.6		
0.200	105.46	1379	70.2	73.16	69.4	997	50.8	52.59	49.9	438	22.3	21.31	20.2
0.300		2156	109.8			1476	75.2			598	30.5		
0.400		2711	138.1			1868	95.2			745	38.0		
0.500		3345	170.4			2155	109.8			871	44.4		

  
LUIS GUERRERO SOPLIN  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 65202

  
Jorge Pezo Davila  
Técnico Especialista en  
Suelos y Pavimentos

# GRATICOS CBR:



## CONSULTORIA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales

Pasaje Sargento Tejada lote 36-A Mz.5190 Barrio Belén - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín  
Celular : #942623907 E - mail : consultoriaseh@hotmail.com

**PROYECTO** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VEGNAL SHIMIYACU -MOYOBAMBA, 2020.

**UBICACIÓN** : LOCALIDADES: Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huascayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN Nuevo Progreso.  
: PROV. MOYOBAMBA DIST. MOYOBAMBA

**CANTERA** : CANTERA GARATE

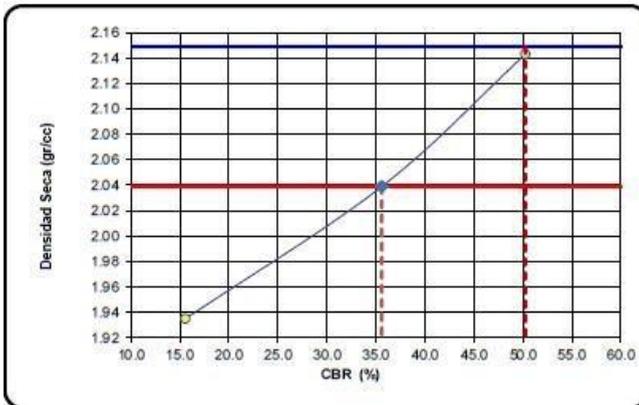
**MATERIAL** : SUB BASE GRANULAR

**SOLICITA** : MARK ANTONY DAVILA PEREA. FECHA oct.-20  
KATHERYNE BEATRIZ PEREZ TAYPE.

### ENSAYO DE CBR

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

### GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	50.3
C.B.R. AL 98% D HUSO B	0.1":	35.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.149	gr/cc
Óptima Humedad	6.60	%

OBSERVACIONES:

---

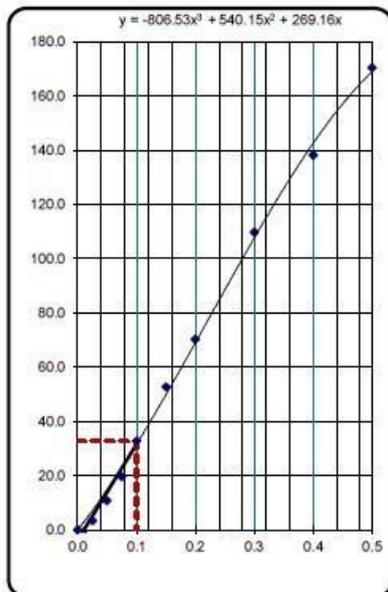


---

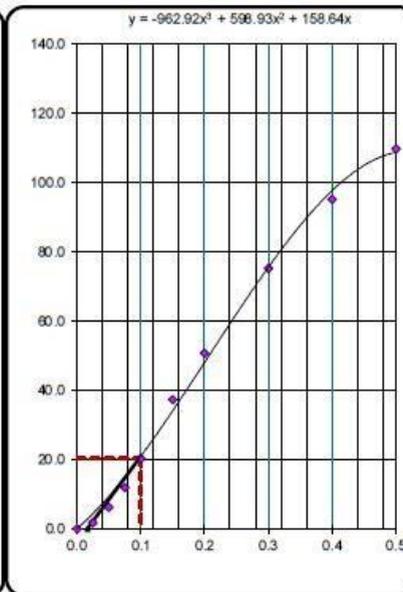


---

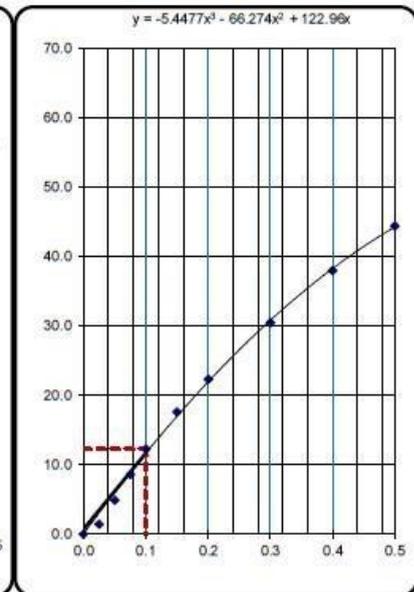
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



  
LUIS GUERRERO SOPLÍN  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 65202

  
Jorge Pezo Dávila  
Técnico Especialista en  
Suelos y Pavimentos

## 5.- EQUIVALENCIA DE ARENA:



### CONSULTORÍA SELVA

**Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales**  
 Pasaje Sargento Tejada lote 36-A Mz.5 190 Barrio Belén - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín  
 Celular : #942623907 E - mail : consultoriaselva@hotmail.com

#### EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

**OBRA** : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU -MOYOBAMBA, 2020.  
**UBICACIÓN** : LOCALIDADES: Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huasayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN Nuevo Progreso, PROV. MOYOBAMBA DIST. MOYOBAMBA  
**CANTERA** : CANTERA GARATE  
**MATERIAL** : SUB BASE GRANULAR  
**SOLICITA** : MARK ANTONY DAVILA PEREA. FECHA : Oct-20  
 KATHERINE BEATRIZ PEREZ TAYPE.  
 CERRO (SECTOR CENTRO POBLADO PERUATE)

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN			
	1	2	3	HUSO B
Hora de entrada a saturación	9:18	9:20	13:44	
Hora de salida de saturación (más 10' )	9:28	9:30	13:54	
Hora de entrada a decantación	9:30	9:32	9:34	
Hora de salida de decantación (más 20' )	9:50	9:52	9:54	
Altura máxima de material fino	28.80	28.90	28.70	
Altura máxima de la arena	7.50	7.50	7.40	
Equivalente de arena	27	26	26	
Equivalente de arena promedio	26.3			
Resultado equivalente de arena	27			%

Observaciones:

**NINGUNA**

  
 LUIS GUERRERO SOPLIN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 65202

  
 Jorge Pezo Davila  
 Técnico Especialista en  
 Suelos y Pavimentos

# 1. ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOSANGELES)



**CONSULTORÍA SELVA**  
**Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales**  
 Pasaje Sargento Tejada lote 36-A Mz.5190 Barrio Belén - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín  
 Celular : # 942623907 E - mail : consultoriaselva@hotmail.com

## ENSAYO DE ABRASIÓN ( MÁQUINA DE LOS ÁNGELES )

MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

<b>PROYECTO</b>	: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VEONAL SHIMIYACU -MOYOBAMBA, 2020.		
<b>UBICACIÓN</b>	: LOCALIDADES: Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huacayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN. Nuevo Progreso. : PROV. MOYOBAMBA      DIST. MOYOBAMBA		
<b>MUESTRA</b>	: CANTERA GARATE		
<b>MATERIAL</b>	: SUB BASE GRANULAR		
<b>SOLICITA</b>	: MARK ANTONY DAVILA PEREA.	<b>FECHA</b>	: Oct-20
	: KATHERYNE BEATRIZ PEREZ TAYPE		

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1250.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1250.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5000.0			
(%) Retenido en la malla N° 12	3045.0			
(%) Que pasa en la malla N° 12	1955.0			
N° de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	<b>39.1%</b>			

**OBSERVACIONES :**

**NINGUNA**

  
 LUIS GUERRERO SOPLIN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 65202

  
 Jorge Pezo Dávila  
 Técnico Especialista en  
 Suelos y Pavimentos

## 7.- CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS:



**CONSULTORÍA SELVA**  
**Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales**  
 Pasaje Sargento Tejada lote 36-A Mz.5190 Barrio Belén - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín  
 Celular : #942623907 E - mail : consultoriaselva@hotmail.com

### CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

MTC 219 - 2000

<b>OBRA</b>	: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON B. USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU -MOYOBAMBA, 2020.		
<b>UBICACIÓN</b>	: LOCALIDADES: Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huascayacu, CC.NN. Shimpiyacu, CC.NN Nuevo Progreso.		
<b>CANTERA</b>	: PROV. MOYOBAMBA    DIST. MOYOBAMBA		
<b>CANTERA</b>	: CANTERA GARATE		
<b>MATERIAL</b>	: SUB BASE GRANULAR		
<b>SOLICITA</b>	: MARK ANTONY DAVILA PEREA.	FECHA : oct-20	
	: KATHERYNE BEATRIZ PEREZ TAYPE.		
<b>CANTERA</b>	: CANTERA GARATE		

### AGREGADO GRUESO

MUESTRA :	IDENTIFICACION				Promedio
ENSAYO N°	1	2	3		
(1) Peso muestra (gr)	1017.00	1012.00	1012.00		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00		
(3) Volumen alícuota (ml)	100.00	100.00	100.00		
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.16	0.16	0.14		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0.08	0.08	0.07		0.08%

### AGREGADO FINO

MUESTRA :	IDENTIFICACION				Promedio
ENSAYO N°	1	2	3	4	
(1) Peso muestra (gr)	143.40	159.30	164.20		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	161.40		
(3) Volumen alícuota (ml)	50.00	50.00	50.00		
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.02	0.02	0.01		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0.14	0.13	0.02		0.09%

Observaciones :

**NINGUNA**

  
 LUÍS GUERRERO SOPLIN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 65202

  
 Jorge Pezo Dávila  
 Técnico Especialista en  
 Suelos y Pavimentos

## ANEXO 04. METRADOS:

<b><u>METRADOS SOBREANCHO</u></b>				
<b>PROYECTO: Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu -Moyobamba, 2020.</b>				
<b>AUTORES: Bach. Dávila Perea Mark Antony. Bach. Perez Taibe Katherine Beatriz</b>				
<b>SOBREANCHOS VELOCIDAD DE DIRECTRIZ = 30 Km/H</b>				
PI N°	LC (m)	RADIO (m)	SA (m)	AREA (m2)
PI-1	45.62	80	1	61.59
PI-2	31.34	80	1	42.31
PI-3	63.98	60	2	111.32
PI-4	12.89	100	1	14.31
PI-5	11.55	100	1	12.82
PI-6	23.34	60	2	40.62
PI-7	35.65	50	2	73.44
PI-8	44.34	30	3	146.78
PI-9	25.72	60	1	28.29
PI-10	22.58	30	2	39.29
PI-11	10.34	45	2	23.78
PI-12	30.84	30	3	101.78
PI-13	28.61	50	2	58.93
PI-14	26.52	60	2	46.16
PI-15	8.67	40	3	21.92
PI-16	12.74	40	3	32.24
PI-17	28.22	80	1	38.10
PI-18	16.08	100	1	17.84
PI-19	30.90	80	1	41.71
PI-20	36.20	60	2	62.99
PI-21	12.60	40	3	31.87
PI-22	9.60	40	3	24.29
PI-23	32.59	90	1	40.09
PI-24	17.03	50	2	35.09
PI-25	35.86	100	1	39.81
PI-26	22.05	80	1	29.29
PI-27	21.99	50	2	45.59
PI-28	28.95	45	2	66.25
PI-29	20.11	45	2	44.70
PI-30	21.70	50	2	73.63
PI-31	35.74	50	2	68.04
PI-32	20.56	30	3	52.89
PI-33	20.91	40	3	52.89
PI-34	15.06	45	2	34.64
PI-35	17.07	45	2	39.64
PI-36	14.13	25	0	0.00
PI-37	9.08	6	0	0.00
PI-38	7.16	80	0	0.00
PI-39	8.99	6	0	0.00
PI-40	14.31	45	0	0.00
PI-41	22.66	45	0	0.00
PI-42	16.49	60	2	28.69
PI-43	28.07	80	1	37.90

**METRADOS SOBREANCHO**

**PROYECTO:** Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu -Moyobamba, 2020.

**AUTORES:** Bach. Dávila Perea Mark Antony.  
Bach. Perez Taipe Katherine Beatriz

**SOBREANCHOS  
VELOCIDAD DE DIRECTRIZ = 30 Km/H**

PI N°	LC (m)	RADIO (m)	SA (m)	AREA (m2)
PI-44	10.62	70	0	0.00
PI-45	5.31	60	0	0.00
PI-46	10.79	6	0	0.00
PI-47	10.87	80	0	0.00
PI-48	1.56	6	0	0.00
PI-49	10.76	6	0	0.00
PI-50	13.80	35	3	40.29
PI-51	20.65	35	3	60.23
PI-52	15.87	80	1	20.97
PI-53	42.45	30	3	141.70
PI-54	18.13	35	3	52.95
PI-55	38.46	60	2	66.20
PI-56	45.68	50	2	94.73
PI-57	27.49	100	1	28.94
PI-58	8.78	200	1	5.49
PI-59	45.35	80	1	61.63
PI-60	12.57	70	2	20.11
PI-61	19.81	70	2	30.92
PI-62	26.89	70	2	41.17
PI-63	26.25	30	3	86.87
PI-64	11.91	50	2	24.53
PI-65	12.44	100	1	13.93
PI-66	10.62	100	1	11.49
PI-67	18.93	100	1	21.02
PI-68	25.09	100	1	27.85
PI-69	14.66	200	1	9.16
PI-70	27.32	80	1	36.76
PI-71	9.54	40	3	24.10
PI-72	10.67	40	3	26.85
PI-73	27.56	80	1	36.03
PI-74	4.13	50	2	8.50
PI-75	14.08	50	2	29.00
PI-76	16.64	100	1	18.47
PI-77	17.01	50	2	35.03
PI-78	15.65	50	2	32.19
PI-79	19.87	80	1	25.99
PI-80	7.79	100	1	8.55
PI-81	15.45	70	2	23.79
PI-82	14.34	70	2	22.16
PI-83	5.67	100	1	6.15
PI-84	12.88	50	2	26.76
PI-85	17.89	40	3	43.96
PI-86	15.65	40	3	38.60
PI-87	12.34	90	1	15.15
PI-88	21.08	90	1	25.94

**METRADO MATERIAL SELECCIONADO: AFIRMADO**

INFORME DE INGENIERIA

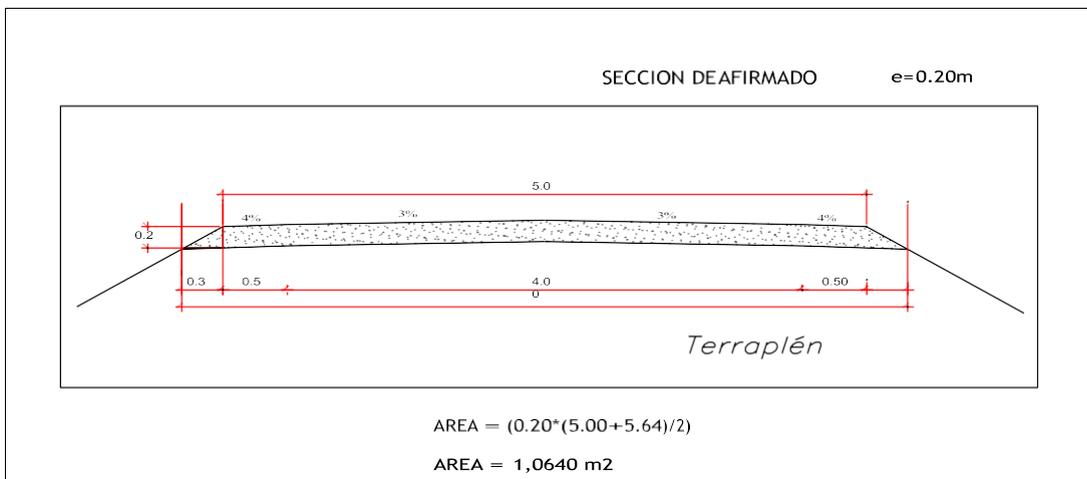
**“Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu -Moyobamba, 2020”**

AUTORES

Bach. Dávila Perea, Mark Antony.  
Bach. Pérez Taype, Katherine Beatriz.

CANTERAS ACCESO POTENCIA

ALTO SOL (ELORO)  
TROCHA  
20,000 m



TRAMO	LONGITUD	ESPESOR	AREA	VOLUMEN	APORTE	A. TRANSP.
0+000	0+580	580m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	617,12m	100,00%
0+600	0+920	320m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	340,48 m	100,00%
0+940	1+500	560m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	595,84m	100,00%
1+520	2+120	600m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	638,40m	100,00%
2+140	2+440	300m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	319,20m	100,00%
2+460	2+980	520m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	553,28m	100,00%
3+520	3+500	500m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	532,00m	100,00%
4+120	4+100	580m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	617,12m	100,00%
4+840	4+820	700m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	744,80m	100,00%
6+020	6+000	1160m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	1234,24m	100,00%
6+480	6+460	620m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	468,16m	100,00%
7+120	7+100	460m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	659,68m	100,00%
7+600	7+580	400m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	489,44m	100,00%
8+020	8+500	480m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	425,60m	100,00%
8+820	9+500	280m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	510,72m	100,00%
9+520	9+940	680m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	298,92m	100,00%
9+960	10+680	420m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	723,52m	100,00%
10+700	11+120	720m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	446,88m	100,00%
11+140	11+680	540m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	574,56m	100,00%
11+700	11+826	126m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	134,06m	100,00%
<b>VOLUMEN TOTAL</b>					<b>(A)</b>	<b>12135,98 m</b>

Volumen de Sobrecanchos 3.099,16 m<sup>2</sup> x 0.20 m(B)

**619X83 m<sup>3</sup>**

Volumen de plazoletas de cruce

698,88 m (C)

Volumen Total de Afirmado

13454,70 m (A+B+C)

Espesor de Afirmado

e = 0.20 m

Afirmado

67.273,48 m<sup>2</sup>

**METRADO MATERIAL SELECCIONADO: AFIRMADO**

**PLAZUELETAS DE CRUCE**

INFORME DE INGENIERIA

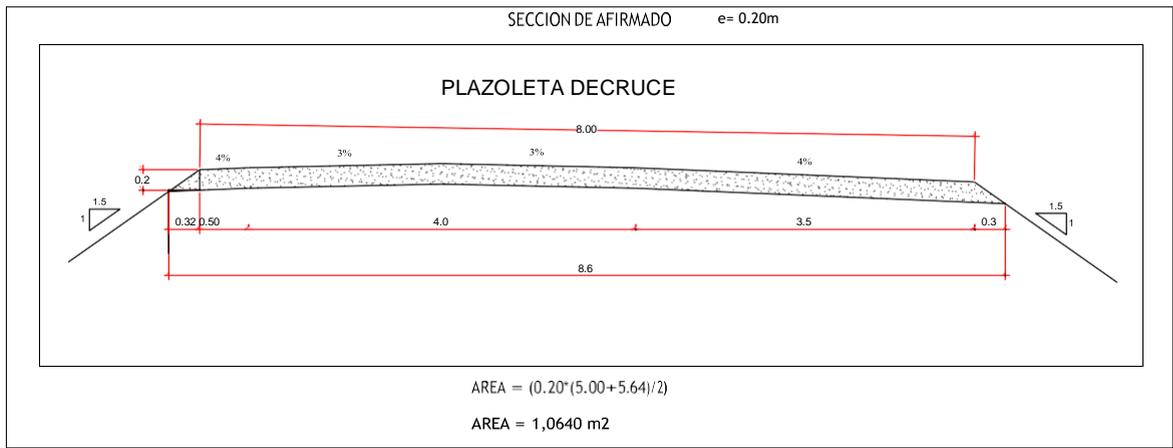
“Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del caminovecinal Shimiyacu -Moyobamba, 2020”

AUTORES

Bach. Dávila Perea, Mark Antony.  
Bach. Pérez Taype, Katherine Beatriz.

CANTERAS ACCESO POTENCIA

ALTO SOL (ELORO)  
TROCHA  
20,000 m



TRAMO	LONGITUD	ESPESOR	AREA	VOLUMEN	APORTE	A. TRANSP.
0+580	0+600	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
0+920	0+940	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
1+500	1+520	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
2+120	2+140	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
2+440	2+460	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
2+980	3+000	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
3+500	3+520	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
4+100	4+120	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
4+820	4+840	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
6+000	6+020	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
6+460	6+480	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
7+100	7+120	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
7+580	7+600	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
8+000	8+020	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
8+500	8+520	20m	e = 0,25 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
8+800	8+820	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
9+500	9+520	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
9+940	9+960	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
10+680	10+700	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
11+120	11+140	20m	e = 0,20 m	1,0640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
11+680	11+700	20m	e = 0,20 m	1,6640 m <sup>2</sup>	33,28 m	100,00%
<b>VOLUMEN TOTAL</b>						<b>698,88 m</b>



## METRADO DE GEOMALLA

INFORME DE  
INGENIERIA

**“Diseño de la estructura del pavimento con el uso  
de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal  
Shimiyacu -Moyobamba, 2020”**

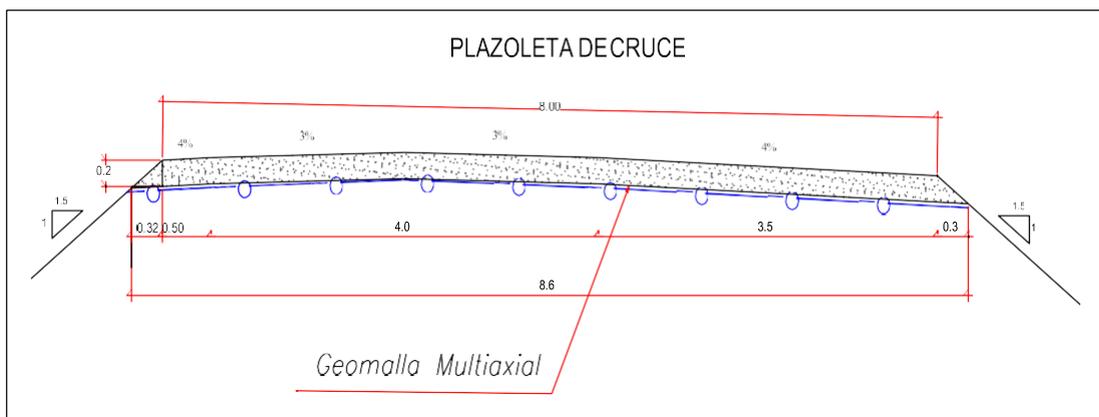
AUTORES

Bach. Dávila Perea, Mark Antony.  
Bach. Pérez Taype, Katherine Beatriz.

CANTERAS  
ACCESO  
POTENCIA

ALTO SOL (ELORO)  
TROCHA  
20,000 m

SECCION DE AFIRMADO e= 0.20m



SEGÚN EL METRADO

DIMENSIONES DEL ROLLO: 3.00 X 75 = 225m<sup>2</sup>

ANCHO DE VIA = 5m TRASLAPE TRANSVERSAL = 0.34m

ANCHO DE BASE = 8.64m

NOTA:

- SE EMPLEARÁN 3 ROLLOS DE 3.00m CON UN TRASLAPE DE 0.34 PARA CUBRIR LA SECCIÓN.

ANCHO TOTAL = 3 ROLLOS = 9M

TRAMO	LONGITUD	ANCHO	AREA
0+580	0+600	20m	9,00 m
0+920	0+940	20m	9,00 m
1+500	1+520	20m	9,00 m
2+120	2+140	20m	9,00 m
2+440	2+460	20m	9,00 m
2+980	3+000	20m	9,00 m
3+500	3+520	20m	9,00 m
4+100	4+120	20m	9,00 m
4+820	4+840	20m	9,00 m
6+000	6+020	20m	9,00 m
6+460	6+480	20m	9,00 m
7+100	7+120	20m	9,00 m
7+580	7+600	20m	9,00 m
8+000	8+020	20m	9,00 m
8+500	8+520	20m	9,00 m
8+800	8+820	20m	9,00 m
8+500	8+520	20m	9,00 m
8+800	8+820	20m	9,00 m
9+500	9+520	20m	9,00 m
9+940	9+960	20m	9,00 m
10+680	10+700	20m	9,00 m
11+120	11+140	20m	9,00 m
11+680	11+700	20m	9,00 m
<b>AREA</b>			<b>3780,00m<sup>2</sup></b>

## **METRADO GEOMALLAS**

INFORME DE  
INGENIERIA

**“Diseño de la estructura del pavimento con el uso  
de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino  
vecinal Shimiyacu -Moyobamba, 2020”**

AUTORES

Bach. Dávila Perea, Mark Antony.  
Bach. Pérez Taype, Katherine Beatriz.

### **SOBREANCHOS**

NOTA:

\* EN LA SECCIÓN SOBREANCHOS SE EMPLEARÁN 2 TRASLAPES  
TRANSVERSALES

ANCHO TOTAL = VARIABLES

TRASLAPE TRANSVERSAL = 0.34m

<b>PI N°</b>	<b>LC (m)</b>	<b>RADIO (m)</b>	<b>SA(m)</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>
PI-1	15,78	30	3	52,22
PI-2	15,95	30	3	52,80
PI-3	15,96	60	2	27,76
PI-4	41,12	80	1	55,51
PI-5	39,10	70	2	60,60
PI-6	42,28	50	2	87,09
PI-7	29,97	100	1	33,27
PI-8	127,03	100	1	141,00
PI-9	7,70	30	3	25,50
PI-10	33,53	40	3	84,41
PI-11	19,78	60	2	34,41
PI-12	35,60	60	2	61,94
PI-13	19,42	60	2	33,80
PI-14	14,58	60	2	25,37
PI-15	51,58	100	1	57,25
PI-16	29,57	50	2	60,91
PI-17	27,13	70	2	42,06
PI-18	37,76	70	2	58,52
PI-19	30,76	50	2	63,36
PI-20	23,97	40	3	60,64
PI-21	22,07	30	3	73,06
PI-22	8,06	30	3	26,67
PI-23	13,58	100	1	15,08
PI-24	20,59	50	2	42,42
PI-25	19,34	60	2	33,65
PI-26	35,21	25	4	145,42
PI-27	16,21	25	4	66,96
PI-28	10,46	40	3	26,47
PI-29	40,19	25	4	161,97
PI-30	9,99	30	3	33,07
PI-31	36,56	40	3	92,50
PI-32	58,23	25	4	241,71
PI-33	7,23	35	3	21,12

## METRADO GEOMALLAS

INFORME DE  
INGENIERIA

“ Diseño de la estructura del pavimento con el uso  
de geomalla triaxial, para mejorar la estabilización del camino vecinal  
Shimiyacu -Moyobamba, 2020”

AUTORES

Bach. Dávila Perea, Mark Antony.  
Bach. Pérez Taype, Katherine Beatriz.

### SOBREANCHOS

NOTA:

\* EN LA SECCIÓN SOBREANCHOS SE EMPLEARÁN 2 TRASLAPES  
TRANSVERSALES

ANCHO TOTAL = VARIABLES

TRASLAPE TRANSVERSAL = 0.34m

PI N°	LC (m)	RADIO (m)	SA(m)	AREA (m <sup>2</sup> )
PI-34	13,35	35	3	38,97
PI-35	7,95	6	0	0,00
PI-36	9,72	6	0	0,00
PI-37	25,84	10	0	0,00
PI-38	31,16	15	0	0,00
PI-39	21,09	25	4	87,11
PI-40	7,31	80	1	9,87
PI-41	33,30	35	3	97,23
PI-42	28,69	80	1	38,74
PI-43	40,26	60	2	70,05
PI-44	14,51	80	1	19,59
PI-45	24,81	100	1	27,54
PI-46	29,77	35	3	86,92
PI-47	9,52	120	1	9,14
PI-48	25,24	30	3	83,53
PI-49	5,85	50	2	12,06
PI-50	29,01	50	2	59,76
PI-51	16,22	80	1	21,90
PI-53	18,23	50	2	37,56
PI-54	15,64	80	1	21,11
PI-55	33,36	90	1	41,03
PI-56	49,99	80	1	67,49
PI-57	37,33	70	1	57,86
PI-58	4,07	50	2	8,37
PI-59	22,19	50	2	45,70
PI-60	30,16	100	2	33,47
PI-61	18,84	100	1	20,91
PI-62	9,49	35	1	27,72
PI-63	6,94	35	3	20,25
PI-64	15,83	50	3	32,61
PI-65	10,50	60	2	18,27
PI-66	22,47	40	2	56,86
PI-67	16,61	40	3	34,44
PI-68	23,18	40	3	58,64
PI-69	42,69	40	3	108,01
PI-70	24,94	30	3	82,55
PI-71	20,65	50	2	42,53
PI-72	10,13	50	2	19,25
PI-73	31,80	60	2	55,33
<b>AREA DE SOBREANCHOS</b>				<b>3.651,25m<sup>2</sup></b>

LONGITUD DE CURVA = 1791,17

AREA DE TRASLAPE = 0.609,34 m<sup>2</sup>

AREA TOTAL	<b>4.260,59 m<sup>2</sup></b>
------------	-------------------------------

## RESUMEN METRADOS GEOMALLAS

INFORME DE  
INGENIERIA

“DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE  
GEOMALLA TRIAXIAL, PARA  
MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU -  
MOYOBAMBA, 2020.”

Bach. Dávila Perea, Mark Antony.

METRADO	AREA (m <sup>2</sup> )
AFIRMADO	68448, 00 m <sup>2</sup>
PLAZOLETAS	3780,00 m <sup>2</sup>
ELEMENTOS DE CURVA	3780,00 m <sup>2</sup>
TRASLAPE LONGITUDINAL	474,00 m <sup>2</sup>
<b>AREA TOTAL</b>	<b>76482,00m<sup>2</sup></b>

HOJA DE METRADO

PROYECTO : "DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL USO DE GEOMALLA TRIAXIAL, PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHIMIYACU -MOYOBAMBA, 2020."

AUTORES Bach. Dávila Perea, Mark Antony.  
Bach. Pérez Taype, Katherine Beatriz.

**01 MEJORAMIENTO DE LAVIA-AFIRMADO**

01.03.01 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON BASE GRANULAR

Ubicación	Coef	Dimensiones		Volumen m <sup>3</sup>
		v		
Ver detalle de Exploraciones	1	17.739,00		17.739,00
<b>Total</b>				17.739,00

**01.02 PAVIMENTOS**  
01.02.01 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOMALLA TRIAXIAL

Ubicación	N Elem	Dimensiones		Área m <sup>2</sup>
		A		
Ver detalle de Conformación y Perfilado de Cunetas	1	76.482,00		76.482,00
<b>Total</b>				76.482,00

01.02.02 AFIRMADO E = 0.20m

Ubicación	N Elem	Dimensiones		Área m <sup>2</sup>
Ver detalle de afirmado	1		67.273,48	67.273,48
<b>Total</b>				67.273,48



***Vista de la carretera departamental sm-113, punto de intersección con el tramo en estudio pueblo libre – manantial – los olivos de Huascayacu – CC. NN Shimiyaqu – CC. NN nuevo progreso. km 0+000***



***Se aprecia el estado crítico de la carretera que hace difícil el acceso vehicular, sobre todo en épocas de lluvia. km 0+070***



***Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona, además de la falta de bombeo. km 1+340***



***Panorama del estado de conservación en el que se encuentra los tablones de madera existente, tramo km. 2+380. se reemplazará por una alcantarilla tmc d=48" de Long. = 7.50m***



***Caserío manantial, que forman parte de los beneficiarios del proyecto, que cuenta con una vía en mal estado y sin ningún tipo de protección con material granular. km 2+690.***



***Para evitar la erosión debido a las inundaciones en tramos críticos se a colocado piedras de diámetros mayores a 6", las cuales se retirarán para colocar un relleno con material adecuado. km 3+080.***



***Caserío los olivos de Huascayacu, que forman parte de los beneficiarios del proyecto, que cuentan con una vía sin sistema de drenaje ni protección superficial. km 4+550.***



***CC.NN Shimiyacu, que forman parte de los beneficiarios del proyecto, que está asentada sobre una zona inestable, por lo que se construirán alcantarillas de alivio. km 05+224.***



***Se observan la carpeta con ahuellamiento y baches cubiertos de agua, así como las cunetas de tierra cubiertas de vegetación.  
km 06+233***



***Panorama del estado crítico de la vía. donde se hace imposible el tránsito vehicular. km 07+560 – km 07+843***



***Panorama del estado de conservación en el que se encuentra el cruce de madera existente, tramo km. 9+400. se reemplazará por una alcantarilla de 60" (2 ojos).***



***Se observa la carpeta de rodadura completamente cubierta de vegetación, lo que hace difícil el tránsito vehicular. km 10+026.***



***Tramo crítico, donde se constata el difícil acceso vehicular, todo ello debido a la falta de mantenimiento que recibe la vía. km 11+345.***



***CC.NN nuevo progreso, que forman parte de los beneficiarios del proyecto. km 11+850.***