



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Aplicación de geomallas en la sub base de un suelo arcilloso
en la carretera del anexo de Picamaran-Allauca - Yauyos - Lima
2019”**

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

AUTOR:

Valeriano Cuadros, Frank Adrian (ORCID: 0000-0002-8321-8886)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ
2019**

DEDICATORIA

Dedico a mis padres por la motivación y su apoyo incondicional en el presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

Expreso un gran agradecimiento al Dr. Gerardo Cancho Zuñiga, por el asesoramiento por el camino correcto hacia la elaboración del presente trabajo.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Página de jurado..... | iv |
| Declaratoria de autenticidad..... | v |
| Índice..... | vi |
| RESUMEN..... | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| I.INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II.MÉTODO..... | 37 |
| 2.1 Tipo y diseño..... | 38 |
| 2.2 Población, muestra y muestreo..... | 39 |
| 2.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos..... | 40 |
| 2.4 Procedimiento..... | 41 |
| 2.5 Método de análisis datos..... | 42 |
| 2.6 Aspecto éticos..... | 44 |
| III. RESULTADOS..... | 52 |
| IV.DISCUSIÓN..... | 62 |
| V. CONCLUSIONES..... | 63 |
| VI RECOMENDACIONES..... | 64 |
| REFERENCIAS..... | 65 |
| ANEXOS..... | 67 |

RESUMEN

Se tiene como objetivo fundamental determinar el comportamiento de la geomalla en la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019.

Del proyecto se termina infiriendo que la geomalla debe ser multiaxial para soportar las cargas en distintas direcciones y la misma debe ser extruida (existen tejidas revistas y unidas o soldadas) tienen una mejor resistencia y comportamiento en el terreno debido a su resistencia a la tensión simple (unión y costilla) según ASTM D6637 y debido a que vienen de un solo proceso de fabricación a diferencia de los otros tipos de geomalla según ASTM D1388, al diseñar este tipo con los factores de seguridad requeridos (daños de instalación según ISO 10722, comportamiento de fluencia (creep) por tensión ASTM D5262 e ISO 13431 y su durabilidad y degradación ASTM D794) encontramos su resistencia permisible y trabazón que se genera con el terreno logrando estabilidad.

Respondiendo a uno de los objetivos donde nos da un 25% menos en reducción de material de intercambio de malo a bueno por metro lineal y eso multiplicado por toda la distancia de la vía responde el otro objetivo al hacer una comparativa se vera el gran ahorro y diferencia en costos, hay que recordar que su uso es prioritario suelos blandos con una capacidad portante en déficit y un bajo porcentaje del CBR.

Palabras Clave: geomalla multiaxial, suelo arcilloso, estabilidad.

ABSTRACT

The main objective is to determine the behavior of the geogrid in the sub-base of a clay soil on the road of the Picamaran-Allauca-Yauyos Annex 2019.

The project concludes inferring that the geogrid must be multiaxial to support the loads in different directions and it must be extruded (they have a better resistance and behavior in the terrain due to its resistance to simple tension) (union and rib) according to ASTM D6637 and because they come from a single manufacturing process differentiating the other types of geogrid according to ASTM D1388, like this type with the required safety factors (installation damage according to ISO 10722, creep behavior) ASTM D5262 and ISO 13431 and its durability and degradation ASTM D794) find its allowable strength and the ability to work with the ground achieving stability.

Responding to one of the objectives where we give 50% less to the reduction of material exchange from bad to good to linear meter and that multiplied by all the distance of the road the other objective responds when making a comparison you see the great savings and Difference in costs, we must remember that its use is a priority.

Keywords: multiaxial geogrid, clay soil, stability.

CAPÍTULO I

Realidad Problemática

Un gran porcentaje de las vías de transporte en el mundo están sin algún tipo de pavimento y en muchos casos manejan un depreciable volumen de tránsito. Según AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) mucho de los pavimentos falla por su mala fabricación en su estructura (Menglet 2000). En Colombia muchas de sus vías se encuentran en un estado deplorable y las condiciones para el resanamiento o cuidado periódico de las carreteras no se dan abasto. Por ello en la búsqueda de soluciones rápidas y económicas nace la idea de la geomalla que es un material de refuerzo que mejoraría la estructura (mas duración en el tiempo) se ahorraría en los costos de mantenimiento (debido a que no se hundiría ante grandes cargas) y sería mucho mas rápido y practico de ejecutar(menos movimiento de tierra y cambio por material de préstamo). (Valdivia, 2016.p.12).

Esto que pasa en Colombia pasa en muchas partes de Sudamérica o países de tercer mundo malas vías, mal diseño, malas proyecciones, gastos innecesarios vías sobrevaloradas (caso ODEBRECHT), etc

El Perú es un país en vías de desarrollo, el cual ha ido creciendo en cuando a su infraestructura vial en forma considerable en la última década.

Debido a su diversidad geográfica de nuestro país, se ha ido innovando en métodos constructivos en todos los campos de la ingeniería civil ya sea equipos tecnológicos modernos y materiales eficaces según la situación o lugar donde son aplicados, hablando específicamente en carreteras los geosintéticos vienen siendo solución rápida y factible para la construcción en los lugares “complicados” por así decirlo, con una napa freática alta, con material o terreno blando (limos y arcilla) o con lugares con poco o nulo acceso a material de préstamo o de cantera, como es mejor ejemplo la selva peruana. Se ha estado construyendo con estos materiales y lo que falta es una normativa para y más frecuencia en el uso de la misma, para volverla una práctica común y mucho más conocida por todos ya que nos daría soluciones económicas importantes.

Se recomienda evaluar su uso, en donde el suelo de fundación tiene un CBR > 6%, ya que económicamente no es favorable. (Mera, 2017.p.9)

Entre estos geosintéticos encontramos están los geotextiles que son separadores del material del terreno(separan un material bueno de uno malo) según se desea; las geomembranas que son permeables e impiden el paso de agua; geodrenes que su mismo nombre lo dice, drenan; y las geomallas que se toma como una alternativa o solución de acuerdo a lo que se requiera ya que refuerza y estabiliza el terreno donde se va a ejecutar un proyecto de vías de tránsito.

En la localidad de Yauyos cuenta con suelos en su mayoría arenosos y arcillosos (blandos), y al excavar a mucha profundidad para cambiar el suelo malo por uno mejor, nos encontramos con una napa freática alta debido a las lluvias y por ello se da como solución al uso de geomallas para ahorrar en costos de movimiento de tierra, tiempo en mano de obra y tener una consistencia en el terreno ya que utilizando un símil la geomalla actúa en el suelo como el acero en columnas o vigas, la refuerza , la estabiliza y le permite un grado de deflexión un poco mas alto donde se va a construir la carretera.

Por su ubicación es casi imposible acceder en épocas de intensa lluvia y el tránsito se vuelve aún más peligroso debido a la superficie en la que se encuentra, es muy común por ello que las vías se deformen con facilidad ya que al ser alejado es una costumbre que vayan camiones para abastecer a la localidad y muchas veces se ha quedado estancado por hundimiento de la vía, otro problema constante es como llevar material bueno desde la cantera en Cañete hasta el lugar ya que resulta costoso y peligroso, ante todas estas negativas se encuentra como solución viable el uso de geomallas para repartir las fuerzas de manera uniforme y evitar hundimientos y a su vez reducir el cambio de material malo por uno bueno en el movimiento de tierras, generando ganancias la hora de la ejecución del proyecto.

Trabajos Previos:

Antecedentes Nacionales:

Para Orrego Cabanillas (2014) “Análisis Técnico-Económico del uso de Geomallas como Refuerzo de Bases Granulares en Pavimentos Flexibles” En esta tesis del Perú se indaga, la experimentación con geosintéticos en particular las geomallas, como refuerzo de bases granulares dentro de una estructura de pavimento flexible; con el objetivo primordial de hallar una alternativa económicamente confiable sin disminuir la capacidad estructural de la carretera. El método analizado en el presente proyecto fue, el método descriptivo realizado por medio de fotos y observaciones en campo. Para conseguir una solución saludable se tuvo que conocer sobre las cualidades de la geomalla y de su precio en el mercado, por eso se hizo una distinción de los tipos que existen y de sus ejecuciones más comunes. A su vez se mostraron los beneficios de refuerzo que nos da este material en el armazón del pavimento y de sus aportes a la estructura. Se concluyó que, a partir de los resultados obtenidos, el uso de geomallas como refuerzo de bases granulares es una gran opción para reducir costos de ejecución y duración de la obra, así como durabilidad en el tiempo, etc. Como recomendación se invita a un mayor estudio de sus cualidades y beneficios de reforzamiento que nos brinda. Para ello, se deben fomentar investigaciones con agregados, tipos de suelo y bajo condiciones de tráfico locales que permitan ajustar los parámetros determinados por los fabricantes de este tipo de materiales a la realidad peruana. (Págs.1-2-80.)

Para Núñez (2016) “Optimización de Espesores de Pavimentos con Aplicación de Geosintéticos” El presente proyecto nacional en el cual se investigó, el uso de geosintético (geomalla biaxial), como refuerzo de subbase granular dentro de una estructura de pavimento flexible, esto es un método moderno; con el objetivo de evaluar el espesor de la base y subbase de una carretera con la aplicación de geosintéticos, conociendo sus propiedades físico-mecánicas, y así optimizar el costo, el tiempo de construcción, analizando la consecuencia positiva y negativa que generará a lo largo del tiempo.. El método utilizado es aplicativo experimental ya que se trabajó con resultados de ensayos de laboratorio. El presente proyecto con la aplicación de geosintéticos (geomallas biaxiales), la construcción de pavimento se hace más económico (menos horas máquina, menos explotación de canteras, menos tiempo y además de ello los geosintéticos (geomallas biaxiales) son económicos. Se finalizó que la evaluación es positiva, pues lo

que causa el uso de las geomallas en la construcción del pavimento (subbase) nos muestra un menor impacto ambiental, es decir, menor explotación de canteras (ahorro 75.7%).(Págs.1, 15,25,27,111,176.)

Según Silva Arce (2017) “Mejoramiento de la Subrasante con Geomallas Multiaxiales tipo Tx140 y Tx160, aplicado a un tramo de la calle Alemania-La Molina-Cajamarca 2016” El presente proyecto nacional en el cual se investigó, las técnicas distintas a las convencionales en el mejoramiento de la subrasante en vías de acceso, en zonas donde los suelos son blandos y de mala calidad, mediante el uso de geomallas multiaxiales para la estabilización de suelos. Teniendo como objetivo evaluar el mejoramiento de la subrasante con geomalla multiaxial tipo TX140 y TX160 en un tramo de la calle Alemania – La molina – Cajamarca. El método utilizado en este trabajo fue, la investigación del tipo descriptiva, puesto que se hará una evaluación mediante: registros, análisis e interpretación de los datos recolectados de campo, laboratorio y documentos oficiales. El proyecto dentro de este contexto se tiene que al mejorar la subrasante con las geomallas multiaxiales, se van a tener menores movimientos de tierras y los costos de construcción van a disminuir ostensiblemente. Se puede concluir que Las geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX160, sí logran mejorar la subrasante en un tramo de la calle Alemania – La molina – Cajamarca, en un promedio de 63%, el cual está dentro del rango de mejora (46% a 92%) determinado por el Dr. Steve Perkins. (Págs.1, 10, 13, 14 ,58.)

Según Mantilla Lobatón (2014) “Estudio Experimental de Cimentaciones sobre Taludes Reforzados con Geomallas”. El presente proyecto nacional en el cual se investigó a presente investigación se enfocó en el estudio de cimentaciones sobre taludes reforzados con geomallas biaxiales, teniendo en cuenta el uso de taludes reforzados en diversas soluciones geotécnicas de carácter permanente; con el objetivo de analizar el comportamiento de cimentaciones sobre taludes reforzados con geomallas. El método utilizado en este trabajo fue experimental ya que se realizaron ensayos. La presente investigación involucró la ejecución de ensayos de capacidad de carga sobre modelos a escala reducida de taludes con y sin refuerzo, para lo cual se requirió un conocimiento pleno de la interacción suelo – refuerzo. Finalmente el uso de elementos de refuerzo (geomallas, varillas de acero, tiras de bronce, etc.) correctamente ubicados (parámetros geométricos óptimos), asegura un incremento de la capacidad de carga última como mínimo en un 20 %.(Págs. 1, 4, 12,141.)

Para Lloni Novoa Fernandez(2017) en su tesis “Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo – 2017”, tesis para optar el título de ingeniería civil, en la Universidad Cesar Vallejo. Tiene como objetivo determinar si la geomalla triaxial mejora la estabilización de un suelo blando. Su investigación es cuasi-experimental. Tuvo como resultado que el espesor total del pavimento flexible sin considerar la geomalla fue de 50cm, con una carpeta asfáltica de 10cm, una base granular de 15cm y una sub-base granular de 25cm. Mientras que, el empleo de la geomalla triaxial, como material de refuerzo, permitió reducir el espesor del pavimento flexible a 27.5cm, conformado solo por una carpeta asfáltica de 10cm y una base granular de 17.5cm. Esta reducción de espesor representó una reducción de un 45% en el espesor total del pavimento. Se concluye que la geomalla triaxial demostró ser una solución práctica y económica en la estabilización de suelos blandos. Incrementan la capacidad portante del suelo y así permitir el paso de cargas pesadas. Además se logró la reducción de grandes espesores de relleno.

Antecedentes Internacionales:

Según (Bustamante Noboa 2016) “Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil” En el presente proyecto internacional se investigó, el nivel de resistencia que puede proporcionar la colocación simultáneamente un geotextil y una geomalla en la interface capa granularsubrasante como estructura de reforzamiento; con el objetivo de determinar el nivel de resistencia sobre una subrasante, utilizando simultáneamente un geotextil y una geomalla como estructura de reforzamiento y establecer una comparación con la resistencia, el método utilizado fue, el experimental por el cual se realizaron ensayos. El proyecto explica la función que desempeña un geosintético en una estructura de pavimento, se debe definir claramente las propiedades físicas-mecánicas con las que cuentan estos elementos para proporcionar un mejor comportamiento en ella. Se concluye que el escenario con geomalla, la estructura alcanzó la mayor rigidez con respecto al resto de escenarios y cuyo valor está dado por el Módulo de Young. (Págs. 1, 4, 17, 106.)

Según Espinoza y Ruilova (2015) “Uso de Geomallas y Elementos de Madera en la Restauración de Muros de Adobe”. En el presente proyecto internacional se investigó, mediante ensayos en los adobes y geomallas propias de la región para la obtención de resultados más cercanos a la realidad ecuatoriana y posterior realización de una cartilla constructiva con soluciones a los problemas; que tiene como objetivo la elaboración de una cartilla informativa acerca del uso de geomallas y elementos de madera en la restauración de muros de adobe. El método utilizado en este trabajo fue, el método experimental mediante el uso de ensayos de laboratorio. En el proyecto ante la falta de mantenimiento e innovación en los muros de adobe, ha ocasionado el deterioro y desprendimiento del material, como respuesta a este problema, se hará uso de un geotextil llamado “geomalla”, en la restauración de muros de adobes. Se concluyó que la geomalla aporta una gran flexibilidad a los muros de adobes. En todos los ensayos realizados evitó que un gran porcentaje del material se desprendiera y que las fisuras presentadas sean de una menor proporción que en los muros que no tenían geomalla. Es decir, hubo una mayor resistencia a los esfuerzos por tracción. (Págs. 1, 2, 13, 147.)

Para Lizarraga Lopez (2013) “Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomallas de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural”. En el presente proyecto internacional se investigó, uno de los sistemas más eficaces que ofrece la tecnología moderna de carreteras es la inclusión de geosintéticos, como son las geomallas de polipropileno y de fibra de vidrio, como sistema de reforzamiento estructural; con el objetivo de demostrar mediante modelos de respuesta analíticos que la incorporación de geomallas biaxiales de polipropileno mejora las propiedades de resistencia a tracción en la fibra inferior de la capa de mezcla bituminosa, incrementa la vida de fatiga de las capas granulares y en consecuencia optimiza los espesores de diseño de las capas del pavimento flexible, generando un abaratamiento económico y técnico de la obra de infraestructura carretera. El método utilizado es el exploratorio, con una metodología experimental confirmada a través de ensayos y modelos de respuesta analíticos. El proyecto busca introducir nuevas metodologías y tecnologías, para el reforzamiento estructural de firmes flexibles que permitan optimizar los espesores de diseño de los firmes en obras de nueva construcción, y consecuentemente su aplicación permita prolongar los periodos de mantenimiento o rehabilitación de obras sobre la red vial existente. Se concluye que una reducción de espesores en las secciones que consideran un sistema de reforzamiento

estructural cuando se garantiza y asegura, por parte del constructor de carreteras que realizará la construcción en condiciones que favorezcan la plena adherencia del sistema geomalla-mezcla asfáltica. (Págs. 1,8,10,11,12,135.)“

Según Rojas Flores(2018)“SUELO REFORZADO CON GEOSINTÉTICOS: INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE VOLUMEN DE SUELO CONFINADO POR EL GEOSINTÉTICO EN LA RESISTENCIA DEL CONJUNTO” el presente proyecto internacional en el cual se investigó, El uso de geosintéticos como material de refuerzo dentro de suelos granulares; con el objetivo de colaborar en la comprensión del comportamiento del suelo reforzado con geosintéticos a través del análisis de la interrelación entre el volumen de suelo confinado y su respuesta frente a esfuerzos. Se pretende determinar cómo cambia el comportamiento del suelo reforzado con geosintéticos, a medida que cambia el porcentaje de volumen de suelo confinado por el refuerzo, el método utilizado fue, de tipo exploratorio por su carácter experimental ya que se realizaron ensayos. El proyecto radica en la incursión en un nuevo parámetro de influencia en el comportamiento del suelo reforzado con geosintético. Este parámetro no ha sido abordado en la literatura existente. Indirectamente se podría llegar a establecer una relación entre el confinamiento que ejerce el geosintético en el suelo y los resultados de resistencia que el conjunto presenta. Se Finaliza que la tendencia es clara y a medida que se incrementa el porcentaje de suelo confinado mayor es la resistencia del conjunto. (Págs. 1, 2, 12, 59.)

Según Fiorini Garcia Adolfo Rene (2007) “Aplicación de geosintéticos en la construcción de carreteras” el proyecto tuvo como objetivo conocer que son los geosintéticos y su variedad. Su investigación fue tipo descriptiva. Y en sus resultados se obtuvo que con la incorporación de geosintéticos a nivel de Subrasante se tiene un incremento de CBR que oscila entre el 15% y el 24% dependiendo de la propiedad de los materiales utilizados. Se finaliza en que reduce los espesores de pavimento e incrementa la vida útil, dando grandes beneficios a la obra ejecutada.

Teorías Relacionadas al Tema:

Historia:

Surgieron a partir de la creación de polímero de alta resistencia, prácticamente todos los geosintéticos están hechos de polímeros, de la combinación de polietileno, el polipropileno, nilón, poliamidas, etc. Los primeros materiales poliméricos eran relativamente de baja resistencia por lo que su uso estaba restringido cuando se sometía a esfuerzo, luego por su modificación en sus cadenas y su mejoramiento se terminaron creando las geomallas, una de las empresas iniciadoras o promotoras fue Netlon(UK) con la invención de la geomalla extruida, luego esta fue comprada en 1982 por la empresa norteamericana TENSAR que actualmente es el máximo productor mundial de geomallas, otras innovaciones de este tipo lo realizó ICI en 1980 que creó geomallas flexibles usando fibras de poliéster recubiertas con polipropileno, y en estos tiempos se han creado geomallas con láser o ultrasonido por las empresas Colbond y NAUE. Cersa (2018).

Geomallas:

Las geomallas vienen de la palabra geo que significa tierra o suelo, que para nosotros es un material de construcción o terreno de fundación y sintético, porque viene de procesos elaborados a nivel industrial, en conclusión, se podría definir con un material que actúa con el suelo para mejorarlo. El uso de un geosintético se da siempre por función, y para cumplir la función de reforzar un terreno tenemos a la geomalla, que estabiliza el lugar y ayuda a soportar mayores cargas. Epifanio Blanco (2017).

El modelo más clásico o conocido en el uso de este material es cuando se usa en reforzamiento de muros y en malos suelos (arcilla, limo, etc.). En el caso de muros y carreteras ayuda a soportar una mayor carga que el terreno no es capacitado para sostener, donde por el paso de los años comienza a sufrir rajaduras, fisuras hundimientos, huecos, etc. Debido a que la carga supera comúnmente a lo admitido por el terreno. Desde tiempos antiguos se ha intentado reforzar la capacidad portante del terreno con materiales poco fiables o improvisadamente, en algunas veces daban solución, pero en la construcción y para los ingenieros civiles el azar no es una opción, por ello en esa búsqueda de una solución factible se descubrió la geomalla y en la práctica ha dado los resultados

esperados, creados en fábricas industriales de poliéster o polietileno. Epifanio Blanco (2017).

Para la aplicación de geomallas al paso del tiempo se han diseñado algunos modelos dependiendo la función que se busca cumplir, se ha evolucionado mucho en este campo y por ellos se tienen a la geomallas uniaxiales, biaxiales, triaxiales y Multiaxiales. Cada tipo de geomalla da un refuerzo en el número de direcciones que llevan por nombre, sus rejillas se acomodan perpendicularmente para reforzar en la dirección deseada. Epifanio Blanco (2017).

A su vez las geomallas también pueden reforzar los suelos de construcciones en grandes industrias, malls, megacentros comerciales y también para controlar la erosión en terrenos inclinados o derrumbes en caso de los famosos cerros en los conos de lima o en muchas partes de la sierra peruana.

Para finalizar las geomallas son la mejor opción por todas los beneficios que nos brinda en la parte constructiva, ya que siempre que exista un peligro donde la capacidad portante del terreno sea superada existirá la geomalla como medio auxiliar ya que como se explicó refuerza el terreno y reparte las cargas uniformemente para que haya un exceso de fuerza en un solo punto y se reparta en todo el pavimento equilibradamente, similar a una viga en las casas, evitando las deformaciones, aumentando su vida útil, recudiendo riesgos, y reduciendo tiempo y costos en su etapa constructiva, se debe resaltar que la aplicación de un geosintético y en este caso de las geomallas se da por función, es decir se debe hacer un previo estudio y seguir la ficha técnica del material para usar la malla correcta en el terreno correcto. Epifanio Blanco (2017).

Estructuras planas en forma de red, fabricadas por el entrelazamiento (en ángulos rectos) de fibras sintéticas con un elevado módulo elástico, generalmente recubiertas por una capa protectora, también de material sintético (generalmente PVC o polietileno). (Novoa, 2017.p.27).

Geosintético que consiste de juegos de costillas paralelas conectadas, con aperturas de suficiente tamaño para permitir la trabazón del suelo, piedra u otro material geotécnico circundante. ASTM D4439.

Por su abertura de la geomalla que va de entre los 10 a 100mm y su interacción con el suelo este ejerce una fuerza que implica que todo, es decir, el suelo y la geomalla se mantenga unida y firme como un monolito.

Tipos de Geomalla:

Por su dirección de esfuerzos:

Uniaxial o Unidireccional

Comúnmente usado en muros por el esfuerzo vertical al que tiene que estar sometido por la caída de rocas, ya que las geomallas uniaxiales resisten esfuerzos de manera longitudinal, en una sola dirección, por ello es muy requerido en este tipo de construcciones.

Este proceso único permite una estructura monolítica con una distribución uniforme de largas aberturas elípticas, obteniendo gran fuerza y módulo de tensión en la dirección longitudinal.

Tienen forma de ovalo y también son conocidas como geomallas unidireccionales.

Aplicaciones:

Refuerzo de muros y taludes

Las geomallas permiten crear taludes con cualquier inclinación conservando los factores de seguridad requeridos.

Empresa Pivaltec(2016).

Geomalla Biaxial

Esta material fue diseñado especialmente para reforzar y estabilizar un terreno, ya sea base o sub base en carreteras y taludes en muros.

Este material es hecho en las fábricas con el polipropileno (PP), generadas por la técnica de extrusión y luego alargadas de forma bi-axial para así aumentar sus cualidades de tensión.

Tienen forma de cuadrículas y resisten fuerzas en dos ejes perpendiculares, también son conocidas como bidireccionales.

Las geomallas tienen un elevado módulo a la tensión y una óptima resistencia a los daños por construcción durante la instalación. La trabazón del material granular entre sus aperturas, permite un efectivo confinamiento y refuerzo del suelo.

Aplicaciones:

Indicadas para reforzar Taludes pequeños y como refuerzo secundario complementando el refuerzo primario proporcionado por las mallas.

Estabilización de suelos blandos

Refuerzo y estabilización de muros.

Empresa Pivaltec(2016).

Multiaxial

Tras mucho tiempo de indagación y como es común en los seres humanos de no quedarse conformes y siempre buscar más, se evoluciono en las geomallas y su diseño y hace 10 años se viene dando uso a este moderno modelo de geomalla, una malla con rejillas o aberturas triangulares, en algunos sitios conocidos como la geomalla triaxial, el cual tiene un peralte mayor en sus costillas, el cual impide que pierda su forma (mayor rigidez) y nos brinda estructuras mas estables y seguras debido al mejor confinamiento que nos otorga. Esto nos da como resultado que las estructuras de nuestras construcciones tengan mayor vida útil y los espesores se reduzcan (mayor ahorro en costo y tiempo). Este nuevo modelo motiva a seguir indagando sobre las funciones y beneficios de la geomalla, así como lo más fácil que nos hace la vida.

En el presente actual se siguen haciendo estudios en los principales centros de estudios de Norteamérica en el que se quiere encontrar el factor de diseño con un determinado coeficiente que nos de la “rigidez de la interacción suelo-geosintético” es decir, no solo una cualidad del geosintético apartado si no una cualidad del compuesto, a través de ensayos de laboratorio conocido como el arrancamiento (pull out) en el que las rejillas de

la geomalla que se crean una trabazón mecánica con el suelo (interlocking) sean el resultado de su notable comportamiento (Zornberg, 2014)

También las expectativas de estos días señalan a la conceptualización de una capa mecánicamente estabilizada (MSL) en el cual su beneficio se fundamenta en el modelo estructural que cambia de acuerdo a su función en algunas situaciones del proyecto y que ha sido integrado en el diseño de acuerdo a AASHTO 93.

Cabe recordar que antes de la malla mutiaxial o triaxial, se crearon la malla uniaxial y biaxial que respondían a fuerzas en una y dos direcciones respectivamente y que cumplen funciones diferente y que se usan de acuerdo a las necesidades del proyecto previo a un estudio.

Sus celdas de forma triangular son el gran responsable de la gran estabilidad que genera ya que el “triangulo” valga la redundancia, en matemáticas es considerada la figura geométrica más estable, esto refuta ya todo lo mencionado sobre la manera en que reparte las fuerzas de manera uniforme y se mantiene firme

Aplicaciones:

Indicadas para reforzar Taludes pequeños y como refuerzo secundario complementando el refuerzo primario proporcionado por las mallas.

Estabilización de suelos blandos

Refuerzo y estabilización de muros.

Empresa Pivaltec(2016).

Por su fabricación:

Extruida

Se les llama geomallas extruidas a aquellas que provienen de un solo proceso de fabricación y se caracterizan por soportar cargas elevadas, estas son muy usadas en carreteras por su resistencia y capacidad de soporte, por su interacción que tienen con el suelo incrementan su estabilidad.

Estas geomallas inician como unas planchas que pasan por unos rodillos, primero pasan por un proceso térmico de presión (extrucción) permite que se vuelva una sustancia diluida que puede ser fácilmente moldeada, luego pasa por otro rodillo que le da una apariencia de membrana plana y luego pasa por otro rodillo donde se la va a perforar según la dimensión y forma de celdas que se requiera, cabe recordar que mientras más direcciones tenga (uniaxial, biaxial, multiaxial) más procesos industriales o rodillos deberá pasar.

En este proceso hay que controlar varios aspectos como: la temperatura, peso molecular y su distribución, velocidad de deformación, incremento en la resistencia y modulo de elasticidad y reducción de creep.

Tejidas o Recubiertas

Están formadas por fibras de poliéster, se han tejido en telares industriales dándoles una forma de hilos entrecruzados, luego este tipo de geomalla se recubre por una sustancia polimérica diluida de tal manera que es bastante flexible. A diferencia de las extruidas estas geomallas no trabajan solas sino en conjunto con el pavimento, recubren el pavimento y terminan dando adherencia al elemento asfáltico de tal forma mejora su comportamiento por la unión de materiales.

Soldadas

Son usados en las envolturas de los paquetes de electrodomésticos, sus intersecciones o nodos son unidos térmicamente, ultrasonido, laser, etc. Pueden ser usadas en vías y muros pero en situaciones más específicas.

Importancia de las geomallas en la construcción de carreteras

La geomalla proviene de la familia de geosintéticos, junto con los geo textiles, geo drenes, geomembranas, que cumplen diversas funciones y luego tenemos a la geomalla que es el geosintético de refuerzo. Su uso en el terreno para luego crear las vías de transporte, tienen resultados muy auspiciosos en lo económico, ya que reduce tiempo de mano de obra y movimiento de tierras, aumenta su vida útil de las carreteras y minimiza el despliegue de la emisión de carbono que tanto daña nuestro medio ambiente.

Lamentablemente se ha venido construyendo y utilizando este material sin diseño y eso es un error grave, tanto en geomallas y todo lo que tenga que ver con construcción civil, muchas localidades se han visto afectadas ya que los municipios han aceptado trabajar con este material porque un “conocido” se los ofreció pero si en el debido estudio del terreno y el diseño para el uso adecuado del modelo de geomalla, ya que hay varios tipos de mallas.

Es cierto que aún no tiene una normativa el uso de geosintéticos, pero mediante el estudio de suelos y el enfoque del lugar se puede hacer el diseño en función a las necesidades, si necesito reforzar el terreno existe la geomalla.

Existe suficiente evidencia en investigación de campo y laboratorio para asegurar que los beneficios apuntados son reales y medibles. Existen metodologías de diseño aceptadas por instituciones de alta credibilidad como la AASHTO y la FHWA que sustentan su uso. En la actualidad se carece de un método racional de diseño pero existen investigaciones en curso que apuntan a definir coeficientes de rigidez del compuesto geosintético-agregado como la propiedad asociada al comportamiento benéfico de la inclusión de la geomalla de refuerzo y pretenden simplificar los ensayos necesarios para su determinación.

En muchos países como el Perú, su uso está restringido por la falta de normativa que impide su aplicación masiva y no permite el ahorro en términos de dinero, tiempo e impacto ambiental. Augusto Alza Vilela (2017)

La geomalla es el geosintético de refuerzo por excelencia. La diferencia con un geotextil que también puede reforzar el suelo, radica en el mecanismo de transferencia de carga: mientras el geotextil lo hace mediante fricción, la geomalla genera una trabazón con el suelo que confiere a esta combinación las características propias de una capa mecánicamente estabilizada y un comportamiento superior cuando se somete a las cargas actuantes en un pavimento.

Las geomallas de refuerzo son utilizadas en las carreteras en dos aplicaciones principales: la estabilización de la subrasante y el refuerzo de la base granular.

Estabilización de la Subrasante

La calidad de la subrasante influye en el proceso constructivo y eficiencia de un pavimento, pues da soporte adecuado a las operaciones de la base y/o subbase. Si un proceso constructivo no es eficiente, los problemas en la subrasante permanecerán ocultos y aparecerán después a la exposición del tráfico y medio ambiente. Farfán Raymundo (2015).

La Subrasante es una de las capas del suelo más importante, es el nivel en el cual se tiene conocimiento preciso de su comportamiento mecánico mediante a esfuerzo que se conocen por ensayos de laboratorio para la construcción de vías. En esta parte o etapa de la carretera suele encontrarse agua en ciertos lugares donde la napa freática es alta, debido a constantes lluvias, por su cercanía al mar o simplemente por su forma geológica que termina acumulando agua en su entorno.

Ante ello se encuentran muchas dificultades antes durante y después del proyecto, antes en la planificación de que hacer al encontrar un suelo malo o agua en el lugar, durante la ejecución ya que si es un suelo malo se deberá cambiar parcialmente o en su totalidad por uno de mejor calidad y si se encuentra agua se puede usar entibamiento metálico para sellar su paso, lechadas de concreto pilotes, etc los cuales son costosos, también se puede evitar cambiar tanto material y centrarse en reforzar la primera capa de base y sub base si es necesario con otros materiales de construcción, en este caso se usarán las geomallas.

Refuerzo de Base

La finalidad principal de la base es de absorber todos los esfuerzos que las cargas de los vehículos transmiten y repartir dichos esfuerzos uniformemente a la sub base y sub rasante. La base es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos que producen los vehículos a su paso. La carpeta es colocada sobre ella pues la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento. Quezada Osorio (2017).

La base es la capa del terreno que se encuentra en casi todas las vías de tránsito en contacto con el paso de vehicular (a no ser que exista una sub base) ya sea en una vía pavimentada o no pavimentada, es decir recibe directamente los esfuerzos, y así como la Subrasante su

composición debe ser de un material estable y si no lo es, debe ser manipulado para tener una buena estructura, en estos caso también se debe cambiar un material malo por uno bueno o mejorarlo con cal, y si se existe pavimento con fibra de vidrio o caucho, la geomalla es una gran alternativa, ya que refuerza el terreno, lo estabiliza ya que reparte las fuerzas de manera equitativa en el suelo y todo ello conlleva a usar menos material de cantera.

Mejoramiento de Subbase

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Nuñez Guevara (2018).

La sub base viene a ser una capa que resulta como una opción ante la necesidad o un recurso muy factible que forma parte de la estructura de una carretera, está encima de la base y se usa en vías asfaltadas o sin asfaltar, y su uso se da por la composición poco estable de las capas anteriores como son la Subrasante y la base, también se da en la existencia de un problema común agua, para que la base actúe como separador y la subbase tome la responsabilidad de recibir toda la carga, para asegurar que cumpla bien su función, existe la geomalla como material de refuerzo en especial en una vía sin pavimentar.

Impacto de la Geomalla en el Medio Ambiente

Para concluir es notable la reducción de emisiones de carbono en el uso de las geomallas, ayudando a la conservación del medio ambiente y el ecosistema que lo rodea, ya que el uso de este método innovador minimiza el uso de material de préstamo, reduce los volúmenes de desplazamiento de tierras y por consiguiente se usaran menos maquinaria pesada y menos combustible para la compactación del terreno y eso es igual a menos emisión de carbono, se han hecho estudios en el que se finaliza que los seres humanos cuando construyen emiten más dióxido de carbono que los volcanes, citando este ejemplo

con las geomallas y la propagación sobre su construcción en todo el país, estamos cuidando el medio ambiente. Web Viabilidad y Transporte Latino Americano (2018).

CLASIFICACION DE SUELOS

Tabla 1 . Clasificación del diámetro de partículas del suelo.

| DIAMETRO DE PARTICULAS d (mm) | DENOMINACION |
|--|---------------------|
| $d < 0.002$ | arcilla |
| $0.002 < d < 0.006$ | Limo fino |
| $0.006 < d < 0.02$ | Limo medio |
| $0.02 < d < 0.06$ | Limo grueso |
| $0.06 < d < 0.2$ | Arena fina |
| $0.2 < d < 0.6$ | Arena media |
| $0.6 < d < 2$ | Arena gruesa |
| $2 < d < 6$ | Grava fina |
| $6 < d < 20$ | Grava media |
| $20 < d < 60$ | Grava gruesa |
| $d > 60$ | Piedras |

Fuente: Elaboración propia

Granulometría

El material seco, con su masa ya hallada, es aislado por un sistema de tamices que se colocan sucesivamente desde la rendija con mayor diámetro a una más pequeña, así encontramos el tamaño de repartición de partículas

La granulometría del suelo consiste clasificar el tamaño de las partículas que la componen, separándolas empleando un juego de tamices, con el fin de conocer a qué tipo de suelo pertenecen tomando en cuenta el porcentaje de los grupos de clasificación.

Material Fino

Material compuesto por partículas finas que logran pasar la malla N°200 con respecto al porcentaje de la muestra.

Para la fabricación del adobe, la composición del suelo deberá estar dentro de los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, excluyéndose los suelos orgánicos. Los valores presentados pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados.

Material Grueso

Material considerado al porcentaje de la muestra que queda retenida en la malla N°200, pudiendo ser arenas o gravas.

Contenido de Humedad

Es el resultado de la división del peso de la muestra húmeda y el peso de la muestra seca expresado en porcentajes (Juárez & Rico, 2005).

Fórmula 1. Contenido de Humedad

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \dots\dots\dots (1)$$

Fuente: ASTM C566-97, 2004

Donde:

W_w = Peso del agua que contiene la muestra

W_s = Peso de su fase sólida

Límites de Atterberg del suelo

Juárez & Rico, 2005; mencionan que para medir la plasticidad de las arcillas se han desarrollado varios criterios, de los cuales uno solo, el debido a Atterberg hizo ver que, en primer lugar, la plasticidad no era una propiedad permanente de las arcillas, sino circunstancial y dependiente de su contenido de agua.

Según su contenido de agua en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg.

1. Estado líquido, con propiedades y apariencia de una suspensión.
2. Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.

Sanz (1975, p. 36), define que “es un método que se encarga de determinar los límites pertinentes de los tres estados existentes: líquido, plástico o sólido”.

Estos límites son: ▪ Limite Líquido (LL) ▪ Limite Plástico (LP)

Estos límites son los datos requeridos para conocer la clasificación del suelo, según la tabla 4 (clasificación SUCS) y tabla 6 (clasificación AASHTO).

El límite líquido (LL)

Representa la cantidad de agua que contiene el suelo, valor que produce que el suelo tenga un comportamiento que vaya de un estado plástico a uno semilíquido, lo que significaría que en este estado el suelo fluiría.

Límite plástico (LP)

Dato porcentual del agua que ubica a una fracción de la muestra entre el estado sólido y el plástico. Su regulación se basa en la norma ASTM 424-59(71).

Índice de plasticidad es el valor obtenido al restar el límite plástico con el límite líquido, complementando así el tipo de suelo que se estudia.

Fórmula 2. Índice de Plasticidad

$$IP = LL - LP \dots\dots\dots (2)$$

Fuente: ASTM D 4318-84, 2005

Los datos de LL y LP son números enteros.

Arcilla

Para (Duque y Escobar, 2016, p.38) La plasticidad de la arcilla es:

Una propiedad circunstancial de esta, dependiendo del contenido de humedad que contenga. Una arcilla en estado seco representa la consistencia de un ladrillo, es decir, tiene plasticidad nula, en tanto que este ladrillo con gran contenido de humedad puede presentarse con propiedades de un lodo en estado semilíquido.

Entre ambos extremos, existe un intervalo del contenido de agua en que la arcilla se comporta plásticamente.

SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) Según SUCS, el suelo puede clasificarse de la siguiente manera:

Clasificarse de la siguiente manera:

Tabla 2. Clasificación SUCS Y ASSHTO

| SUCS | | AASHTO | | NOMBRES TÍPICOS | |
|--|--|---|--|---|--|
| SIMBOLOS DEL GRUPO | | SIMBOLOS DEL GRUPO | | SIMBOLOS DEL GRUPO | |
| <p>SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION</p> | | | | | |
| <p>WWW.CBRPLUSLLC.COM</p> | | | | | |
| <p>SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla N° 200 (Las partículas de 0.074 mm de diámetro (malla N° 200) son aproximadamente las más pequeñas visibles a simple vista)</p> | | | | | |
| <p>GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS bien graduadas: mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos</p> | |
| <p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS mal graduadas: mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos</p> | |
| <p>ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS limosas: mezclas de grava, arena y limo</p> | |
| <p>ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS arcillosas: mezclas de grava, arena y arcilla</p> | |
| <p>ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>ARENAS bien graduadas: arenas con grava, con poco o nada de finos</p> | |
| <p>ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>ARENAS mal graduadas: arenas con grava, con poco o nada de finos</p> | |
| <p>ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>ARENAS limosas: mezclas de arena y limo</p> | |
| <p>ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>ARENAS arcillosas: mezclas de arena y arcilla</p> | |
| <p>PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 7.5 cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)</p> | | | | | |
| <p>GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>GW</p> | |
| <p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>A-1-a</p> | |
| <p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>A-1-a</p> | |
| <p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>A-1-b</p> | |
| <p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>A-1-b</p> | |
| <p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>A-1-b / A-3</p> | |
| <p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>A-2-4 / A-2-5</p> | |
| <p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4</p> | | <p>GRAVAS (Cantidad apreciable (Poco o nada de partículas finas))</p> | | <p>A-2-6 / A-2-7</p> | |
| <p>PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA N° 40</p> | | | | | |
| <p>RESISTENCIA EN ESTADO SECO (características al)</p> | | <p>DILATANCIA (Reacción al apilado)</p> | | <p>TERACIDAD (Consistencia cerca del)</p> | |
| <p>LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido menor de 50</p> | | <p>Nula o ligera Rápida o lenta</p> | | <p>Nula</p> | |
| <p>LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50</p> | | <p>Medio a alta Nula a muy lenta</p> | | <p>Medio</p> | |
| <p>LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50</p> | | <p>Ligero a medio Lento</p> | | <p>Ligero</p> | |
| <p>LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50</p> | | <p>Ligero a medio Lento a nulo</p> | | <p>Ligero a medio</p> | |
| <p>LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50</p> | | <p>Alto a muy alto Nulo</p> | | <p>Alto</p> | |
| <p>LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50</p> | | <p>Medio a alto Nula a muy lenta</p> | | <p>Ligero a medio</p> | |
| <p>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</p> | | <p>Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa</p> | | <p>Turba y otros suelos altamente orgánicos</p> | |

Fuente. Web Scribd.com

Formulación del Problema:

Problema General:

¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorara el comportamiento mecánico de la sub-base de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?

Problemas Específicos:

¿De qué manera la aplicación de geomallas estabiliza la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?

¿En qué medida la aplicación de geomallas aumenta la capacidad portante de las sub base de un suelo arcilloso de la carretera del anexo de Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?

¿Cómo influye la aplicación de la geomalla en el aumento del CBR de la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?

¿Cómo la aplicación de geomallas reduce el espesor de sub-base de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?

Justificación del Estudio:

Justificación social:

La mayoría de las carreteras tienen fallas por compresión o tracción debido a la superación de su capacidad portante se deflecta y se generan grietas muy comunes en nuestro país, otro factor se debe a suelos de muy baja calidad, me refiero a suelos de arcilla o limos, que son totalmente descartables para una construcción de cualquier tipo, por ello en busca de una solución encontré en las geomallas.

Justificación practica:

Por la zona accidentada donde se ubica y altura va a ser difícil y muy costoso hacer removimiento de tierra, pero al usar esta geomalla, va a reducir significativamente el porcentaje de movimiento de tierra logrando la capacidad portante necesaria para su uso y evitando el común mantenimiento de carretera, consiguiendo un notable ahorro en costos y vida útil para su uso y bien de la población.

A su vez hay muchas formas para usar la geomalla en la estructura de la carretera, esta vez será colocada como refuerzo de subbase y se confía en obtener los resultados esperados.

Espero con este trabajo de investigación incentive a los demás estudiantes de la carrera a investigar más sobre este elemento que es cada vez más usado en el país y por el bien de la comunidad.

Justificación metodológica

Con el método de Fourier determinamos el modelo de geomalla que debemos usar y con el análisis de suelo determinamos el cbr para usarlo como dato en este estudio.

Objetivos:

Objetivo General:

Identificar el comportamiento mecánico de la sub-base de un suelo arcilloso con la aplicación de geomallas en la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos-Lima 2019.

Objetivos Específicos:

Identificar si la aplicación de geomallas estabiliza la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019.

Determinar en qué medida la aplicación de geomallas aumenta la capacidad portante de las sub base de un suelo arcilloso de la carretera del anexo de Picamaran-Allauca-Yauyos 2019.

Cómo influye la aplicación de la geomalla en el aumenta del CBR de la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019.

Demostrar que la aplicación de geomallas reduce el espesor de sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019.

Hipótesis:

Hipótesis General:

Optimiza el comportamiento de la sub-base con la aplicación de geomalla en la carretera del Anexo de Picamaran- Allauca –Yauyos -Lima 2019.

Hipótesis Específicas:

La aplicación de geomallas estabiliza la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019.

La aplicación de geomallas aumenta la capacidad portante de las sub base de un suelo arcilloso de la carretera del anexo de Picamaran-Allauca-Yauyos 2019

La aplicación de la geomalla aumenta el CBR de la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019

Reduce el espesor de la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos-Lima 2019.

CAPÍTULO II

2.1 Tipo y Diseño de Investigación:

Método: Científico

Salkind (1999, p. 5), define al “método científico como un conjunto sucesos durante el contexto para crear una pregunta y encontrarle una respuesta”.

Los datos expuestos usan el método científico, porque se propone resolver los conceptos presentados bajo una normativa que es característica de este método con la finalidad de dar solución a la pregunta planteada.

Tipo: Aplicada

Para (Lozada, 2014, p. 35), la investigación aplicada es cuando “Su objetivo se enfoca en producir conocimientos de solución mediante una aplicación directa o a plazos en diversos sectores, logrando solucionar problemas identificados en hechos reales”.

Estos datos expuestos, se hallan relacionadas a una investigación aplicada, porque se centra en trabajos anteriores aplicados en la vida real para resolver dificultades actuales.

Nivel: Correlacional

Según Hernández et al. (2014, p. 93), antecede que un “estudio a nivel correlacional tiene como fin relacionar conceptos para evaluar cómo influye una con respecto a otra”.

La investigación presentada fija sus conceptos en un nivel correlacional dado que muestra la relación dada entre las dos variables encontradas en la investigación, mostrando la influencia y comportamiento de la variable independiente sobre la variable dependiente.

Diseño: CuasiExperimental

Para (Behar, 2008, p. 47) el diseño de investigación cuasiexperimental “es un método en el cual se cambia minimamente la forma de la variable independiente para así poder encontrar sus cualidades y similitudes”.

El trabajo es del tipo cuasiexperimental, modificando un poco la variable independiente plantea otras proporciones con el fin de obtener conclusiones y premeditadas en la variable dependiente.

2.2. Variables y Matriz de Consistencia:

Método de Refuerzo de Geomallas (V1)

Las geomallas son un tipo de geosintético fabricado industrialmente que actúa con el suelo para mejorarlo, específicamente en su capacidad portante ya que reparte las fuerzas de manera uniforme.

.

Sub-base de un Suelo Arcilloso(V2)

Se conoce como sub base a la capa del suelo bajo el armazón del pavimento, listo y comprimido para la colocación del pavimento.

2.3 Población, muestra y muestreo

Población

Para los autores Rodríguez, Ochoa y Pineda (2010), el concepto de población viene a ser el lugar de manera general donde yo voy a hacer mi proyecto de investigación.

En la presente investigación se tomara como población todas las vías del anexo de Picamaran.

Muestra

También, Sampieri (2006) el concepto de muestra viene a ser el lugar en específico donde yo voy a hacer mi proyecto de investigación.

En la presente tesis se toma como muestra la calle s/n km 0+500 del anexo de Picamaran.

Muestreo

Segun González y Salazar (2008): Para lograr una, dos o más muestras de la población se emplea una técnica llamada el muestreo. Dicha técnica se lleva a cabo cuando ya se tomó un marco muestral, característico de la población; luego según sea el caso, se continua con la selección de los elementos de la muestra a través de los tipos de muestras (p. 29).

Se dará a lugar en la calle s/n km 0+100 cruce con el pasaje s/n del anexo de Picamaran.

2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Según López F. (2013) son los métodos para obtener fuentes de información.

En este caso el la técnica usada fue el seguimiento y observación del lugar.

La técnica será la observación y el seguimiento de las acciones.

Instrumentos de recolección de Datos

Para Arias, F. (2006), los instrumentos de recolección de datos, son aquellas herramientas o materiales que nos permiten verificar o corroborar la información obtenida

Los instrumentos que se usaron fueron páginas web, fotografías, revistas, tesis y los materiales usados en los ensayos de laboratorio al igual que las fichas para reunir datos.

Confiabilidad

Con respecto Contreras (2013): nos dice que es un instrumento de recolección de datos que es consecuencia de estudios consecutivos que producen resultados parecidos y el cual se guía de un estudio base que ya ha sido validado y tiene resultados similares (p. 3).

Tabla 3. Rangos para la decisión de confiabilidad de un instrumento.

| Rango | Confiabilidad (Dimensión) |
|-------------|---------------------------|
| 0.81 – 1 | Muy alta |
| 0.61 – 0.80 | Alta |
| 0.41 – 0.60 | Media |
| 0.21 – 0.40 | Baja |
| 0 – 0.20 | Muy baja |

Fuente. *Se sugiere que el resultado sea mayor o igual a 0,61. Fuente: (Palella, y otros, 2006 pág. 181).

Validez

Según Palella (2006) La validez de tal modo se realizara los experimentos en los laboratorios donde será corroborado por especialistas., se relaciona lo que se mide con lo quiere medir.

Tabla 4. *Grado de estimación de acuerdo*

| Kappa | Grado de estimación de Acuerdo |
|--------------|---------------------------------------|
| < 0.0 | No acuerdo |
| 0.0 – 0.2 | Insignificante |
| 0.2 – 0.4 | Bajo |
| 0.4 – 0.6 | Moderado |
| 0.6 – 0.8 | Bueno |
| 0.8 - 1.0 | Muy bueno |

Fuente: Tomado de Landis y Koch, 197722

Tabla 5. *Coficiente de Validez por juicio de expertos*

| Validez | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 | Promedio |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Variable 1 | 0.80 | 0.80 | 0.70 | 0.76 |
| Variable 2 | 0.90 | 1.00 | 0.90 | 0.93 |
| Índice de Validez | | | | 0.85 |

Fuente. Elaboración Propia

Instrumentos de recolección de Datos

Para Arias, F. (2006), los instrumentos de recolección de datos, son aquellas herramientas o materiales que nos permiten verificar o corroborar la información obtenida

Los instrumentos que se usaron fueron páginas web, fotografías, revistas, tesis y los materiales usados en los ensayos de laboratorio al igual que las fichas para reunir datos.

Tabla 6. *Formato de la ficha de recopilación de información, así como su respectiva validación.*

| FICHA DE RECOPIACION DE DATOS | | | | | | |
|--|-----------------------------|--|------------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Proyecto: "APLICACIÓN DE GEOMALLAS EN LA SUB BASE DE UN SUELO ARCILLOSO EN LA CARRETERA DEL ANEXO DE PICAMARAN-ALLAUCA - YAUYOS - LIMA 2019" | | | | | | |
| Autor: Valeriano Cuadros Frank Adrian. | | | | | | |
| I.- | INFORMACION GENERAL: | | | | | |
| | UBICACIÓN: | Calle s/n del Anexo de Picamaran, Allauca Yauyos 2019. | | | | |
| | DISTRITO: | Allauca | ALTITUD: | 3151 msnm | | |
| | PROVINCIA: | Yauyos | LATITUD: | 12° 35' 32" | | |
| | PAÍS: | Perú | LONGITUD: | 76° 02' 12" | | |
| II.- | TIPOS DE LA GEOMALLA | | | | | |
| | Uniaxial | Dirección de esfuerzos | Biaxial | Dirección de esfuerzos | Multiaxial | Dirección de esfuerzos |
| | | | | | | |
| III.- | MODELO DE GEOMALLAS | | | | | |
| | Bx1100 | 80kN/m | Bx1200 | KN/m | Bx1200 | KN/m |
| | | | | | | |
| IV.- | REDUCCION DE ESPESOR | | | | | |
| | Sub base | 10% | Subbase | 30% | Sub base | 50% |
| | | | | | | |
| V.- | GRANULOMETRIA | | | | | |
| | Grava | % | Fino | % | Arcilla-limo | % |

| | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------|--------------------------|-------|-------------------------|-------|
| | | | | | | |
| VI.- | INDICE DE PLASTICIDAD DE LA SUB BASE | | | | | |
| | Limite Plastico | % | Limite Liquido | % | Densidad | % |
| | | | | | | |
| VII.- | CBR DE LA SUB BASE | | | | | |
| | Mantenimiento rutinario | Razón | Mantenimiento preventivo | Razón | Mantenimiento periódico | Razón |
| | | | | | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | | | | | | |
| PROFESIÓN | | | | | | |
| REGISTRO CIP N°: | | | | | | |
| EMAIL: | | | | | | |
| CELULAR: | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

2.5 Procedimiento

El presente proyecto se dio en inicio ante la situación en la que encuentra Yauyos por su difícil accesibilidad y su clima tan complejo, se tomó en cuenta la calle s/n del anexo de Picamaran- Allauca –Yauyos –Lima, ya que se ubica con un ángulo de elevación considerable y en época de lluvia logra retener esta humedad, se procedió a metrar la vía obteniendo las dimensiones de 4m de ancho y 500m de largo, para obtener datos precisos de la composición del suelo se debieron hacer ensayos, en los cuales se realizaron 3 calicatas de 1.50 m de profundidad para obtener las muestras y un proctor de 2.2 de diámetro.

Con ello procedemos a hacer el ensayo de granulometría, limite plástico-limite liquido, y el ensayo del proctor obtendríamos un suelo arcilloso con una expansibilidad baja y un CBR del 2.2%. Con estos ensayos resueltos finalmente podremos utilizarlos para resolver los problemas planteados.

Ensayo de granulometría

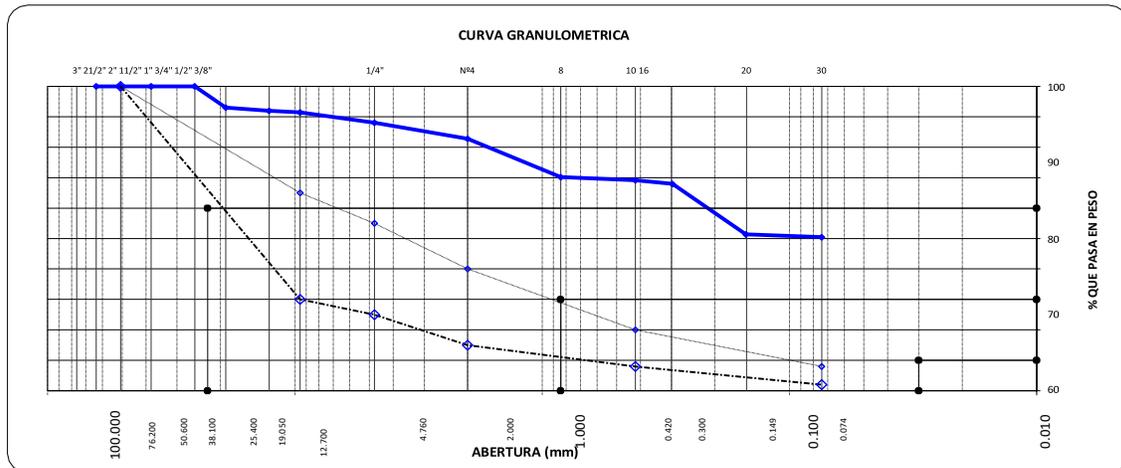
Tabla 7. Granulometria

Peso de muestra seca : 2079.4
 Peso de muestra lavada : 1838.4

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | Especificación | PROP. FISICAS |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | | | L. Líquido : 27.0 |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | | | 100.0 | | L. Plástico : 22.0 |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100.0 - 100.0 | Ind. Plástico : 5.0 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | Clas. SUCS : CL |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | Clas. AASHTO : |
| 3/4" | 19.050 | 33.15 | 6.9 | 6.9 | 93.1 | | OBSERVACIONES |
| 1/2" | 12.700 | 5.16 | 1.1 | 8.0 | 92.0 | | |
| 3/8" | 9.525 | 2.40 | 0.5 | 8.5 | 91.5 | 30 - 65 | |
| Nº4 | 4.760 | 16.46 | 3.4 | 12.0 | 88.0 | 25 - 55 | |
| Nº10 | 2.000 | 25.00 | 5.2 | 17.2 | 82.8 | 15 - 40 | |
| Nº20 | 0.840 | 60.00 | 12.6 | 29.8 | 70.2 | | |
| Nº40 | 0.420 | 5.06 | 1.1 | 30.8 | 69.2 | 8 - 20 | |
| Nº50 | 0.297 | 5.87 | 1.2 | 32.1 | 67.9 | | |
| Nº100 | 0.150 | 79.00 | 16.5 | 48.6 | 51.4 | | |
| Nº200 | 0.074 | 4.36 | 0.9 | 49.5 | 50.5 | 2 - 8 | |
| PASA | | 241.00 | 50.5 | 100.0 | | | |

Fuente. Elaboracion propia

Grafica 1. Curva granulométrica



Fuente. Elaboración propia

Ensayo de limite plastico-limite liquido

Tabla 8 y 9. Limite líquido y limite plástico

Límite Líquido :

| ENSAYO N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº de Golpes | 28 | 28 | 14 | 14 |
| Recipiente N° | 159 | 152 | 178 | 150 |
| R + Suelo Hum. | 14.82 | 12.79 | 14.18 | 13.65 |
| R + Suelo Seco | 13.14 | 11.53 | 12.52 | 12.11 |
| Peso de agua | 1.68 | 1.26 | 1.66 | 1.54 |
| Peso de Recip. | 6.89 | 6.78 | 6.72 | 6.7 |
| Peso de S. Seco | 6.25 | 4.75 | 5.80 | 5.41 |
| % de Humedad | 26.88 | 26.53 | 28.62 | 28.47 |

Límite Plástico :

| ENSAYO N° | 1 | 2 | | |
|-----------------|-------|-------|--|--|
| Recipiente N° | 163 | 164 | | |
| R + Suelo Hum. | 11.03 | 11.23 | | |
| R + Suelo Seco | 10.27 | 10.44 | | |
| Peso de agua | 0.76 | 0.79 | | |
| Peso de Recip. | 6.81 | 6.85 | | |
| Peso de S. Seco | 3.46 | 3.59 | | |
| % de Humedad | 21.97 | 22.01 | | |

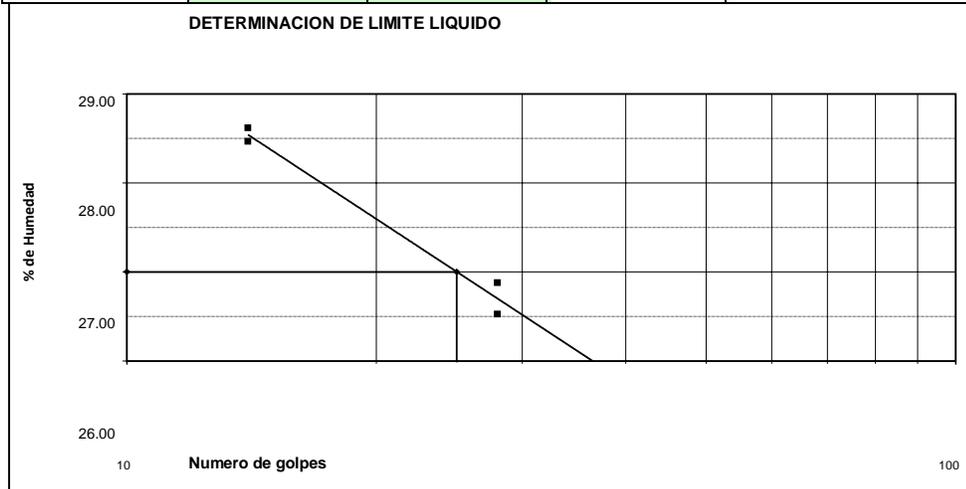


Figura 2. Diagrama plástico

Table 10. indice de plasticidad.

| Resultados | |
|-----------------|-------|
| Límite Líquido | 27.00 |
| Límite Plástico | 21.99 |
| Índ. Plástico | 5.01 |

Fuente. Elaboracion propia

Ensayo de compactacion y de porcentaje de humedad

Tabla 11 y 12. Densidad húmeda y densidad seca

Compactación

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| Prueba N° | 1 | 2 | 3 | 3 | |
| Numero de capas | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| Numero de golpes | 56 | 56 | 56 | 56 | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 9552 | 9865 | 9780 | 9898 | |
| Peso molde (gr.) | 5276 | 5276 | 5276 | 5276 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4276 | 4589 | 4504 | 4622 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2117 | 2117 | 2117 | 2117 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 2.020 | 2.168 | 2.128 | 2.183 | |

Humedad (%)

| | | | | | |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|-------|--|
| Tara N° | | | | | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 111.82 | 82.99 | 81.23 | 80.25 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 106.46 | 77.67 | 74.79 | 74.79 | |
| Peso de agua (gr.) | 5.36 | 5.32 | 6.44 | 5.46 | |
| Peso de tara (gr.) | 6.90 | 6.78 | 6.50 | 9.50 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 99.56 | 70.89 | 68.29 | 65.29 | |
| Humedad (%) | 5.4 | 7.5 | 9.4 | 8.4 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.917 | 2.016 | 1.944 | 2.015 | |

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : **2.020**
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **7.8**

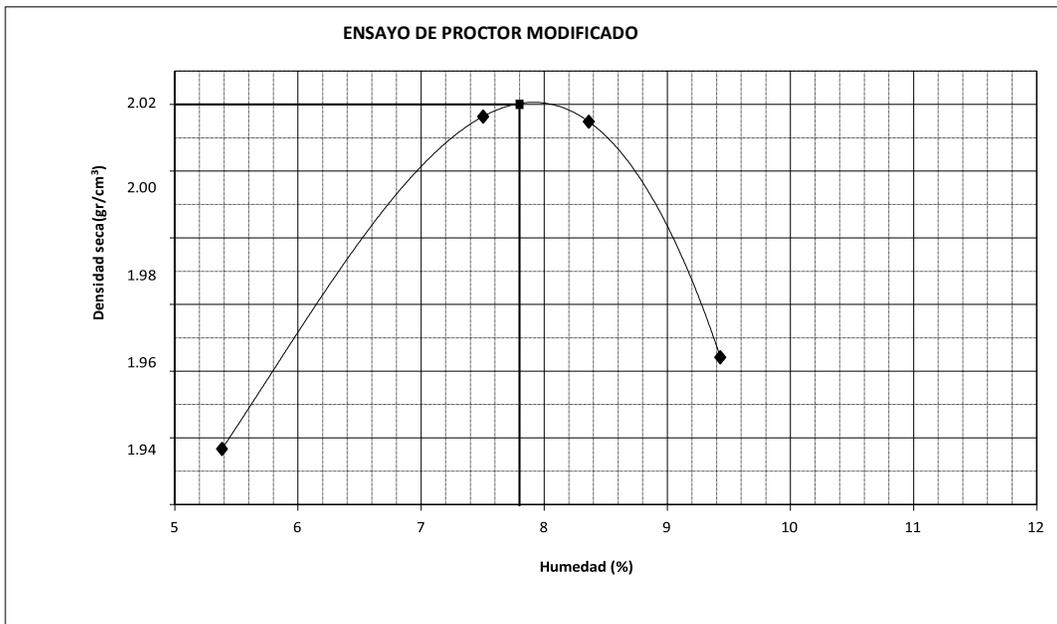


Figura 3. Diagrama densidad vs humedad

Fuente. Elaboración propia

Ensayo de cargas y expansión de arcilla

Tabla 12 Aplicación de cargas

| Penetración (mm.) | Presión Patrón (Kg/cm ²) | Molde I | | Molde II | | Molde III | |
|----------------------|---|---------|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| | | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) |
| 0.03 | | 60 | 13 | 30 | 7 | 8 | 2 |
| 0.05 | | 125 | 28 | 72 | 16 | 28 | 6 |
| 0.08 | | 210 | 47 | 125 | 28 | 45 | 10 |
| 0.10 | 70 | 280 | 63 | 165 | 37 | 60 | 13 |
| | | | | | | | |
| 0.15 | 105 | 360 | 81 | 210 | 47 | 80 | 18 |
| | | | | | | | |
| 0.20 | | 420 | 94 | 246 | 55 | 97 | 22 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Tabla 13. Expansión de arcilla

| Expansión | | |
|-----------|----------|-----------|
| Molde I | Molde II | Molde III |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.060 | 0.060 | 0.100 |
| 0.120 | 0.140 | 0.160 |
| 0.160 | 0.200 | 0.180 |
| 0.200 | 0.240 | 0.200 |
| | | |

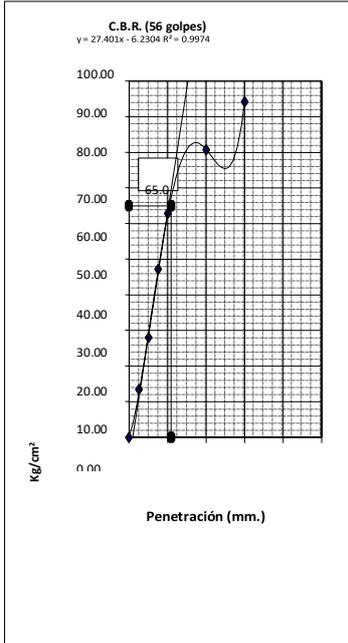
Fuente. Elaboración propia

Ensayo proctor

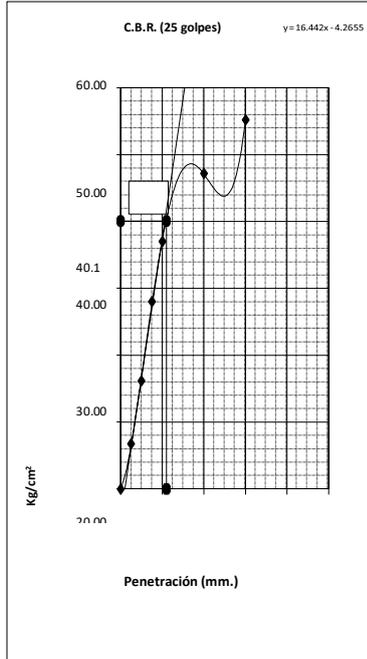
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.020
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.8

Figura 4, 5, 6 y 7. Gráficos de el ensayo de proctor con el número de golpes

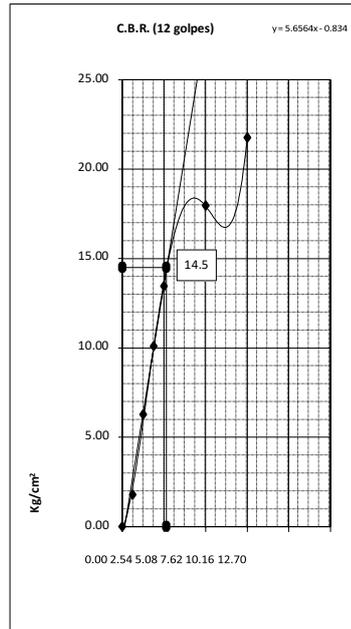
Grafica.



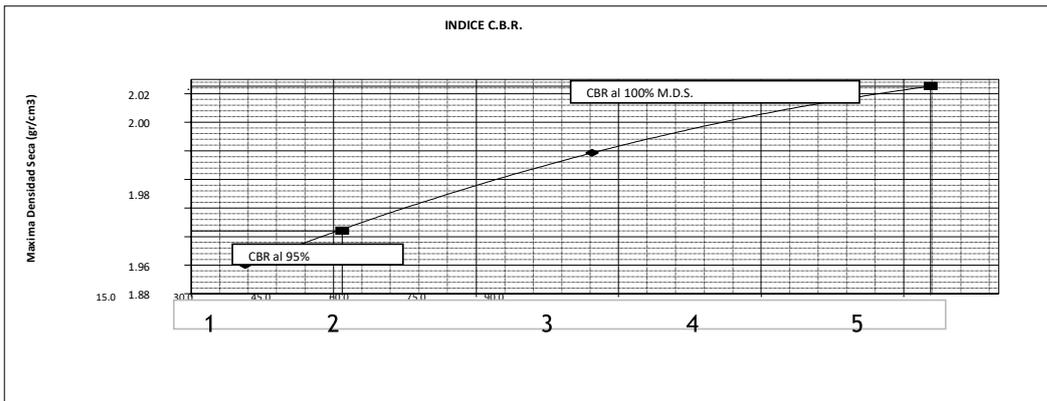
Grafica.



Grafica.



Fuente.



95% DE M.D.S.: 1.919
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 5.0 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 2.2 %

Fuente. Elaboración propia.

Metodo de análisis de datos

Se usara el análisis descriptivo para observar los parámetros centrales y variacionales.

Aspectos éticos

El proyecto de investigación respeta los derechos de autor presentados en este trabajo.

En el trayecto de las tesis el asesor vendrá evaluando con el programa anti plagios “turnitin”, donde se confirmara la validez de lo investigado.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación

El lugar estudiado se ubica en la zona sierra del Peru. Esta a una altura de 3151m.s.n.m en las coordenadas, latitud de 12°35'32'' y longitud de 76°02'12''. Es la Calle S/N del Anexo de Picamaran, distrito de Allauca, provincia de Yauyos, Departamento de Lima.

Figura 8 Distrito de Allauca



Fuente. Elaboración propia

Figura 9. Distrito de allauca



Fuente. Google Earth

Característica de la zona de estudio

Es una zona con un clima muy variable, su mayor problema es el exceso de lluvias y la inexistencia de sistema de drenajes, esta humedad termina perjudicando a la composición del suelo así como también a todos los pobladores, es una zona algo accidentada y muy alejada, por lo que resulta difícil brindarle soluciones rápidas a algún inconveniente ya que están muy distantes y es poco observable su situación.

La calle cuenta con una sola vía con un suelo arcilloso y un CBR mal del 2.2% el cual cumple las condiciones para el uso de la geomalla.

RESULTADO 1

-Incremento en la resistencia del suelo de sub-base:

$$P_e = \pi c_{uN} + \gamma h_0$$

$$P_{lim} = (\pi + 1)c_{uN} + \gamma h$$

Donde:

P_e = presión de capacidad de carga en el límite elástico (no reforzado)

P_{lim} = presión de capacidad de carga en el límite plástico (reforzado)

c_{uN} = resistencia del suelo sin drenar al paso de N vehículos.

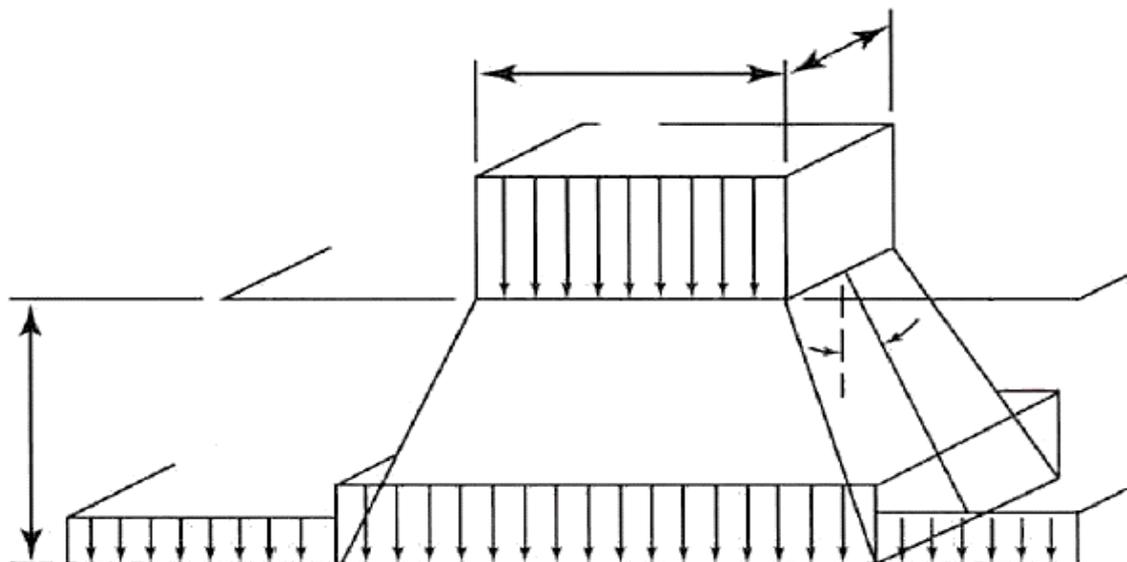
γ = peso unitario del agregado.

h_0 = espesor de agregado sin refuerzo, y h = espesor agregado con refuerzo

- Mejora de la distribución de cargas sobre el suelo de sub-base, cuantificada sobre la base de la forma geométrica piramidal. El ángulo α_0 del caso no reforzado, se transforma en otro más amplio definido como α . El índice de la situación reforzada con respecto a la no reforzada se expresa como $\tan\alpha / \tan\alpha_0$, mayor que 1.

- Efecto membrana, que es función del módulo de tensión y la elongación de la geomalla, y de la superficie deformada del suelo de la sub-base (profundidad de huella).

Figura 10. Gráfico de la distribución de cargas en el suelo con geomallas



Fuente. Cersa Ingenieros

Interpretación. Se muestra los datos del esfuerzo de un suelo común y el esfuerzo de un suelo común con geomallas, y de lo cual se puede concluir de que si es un suelo malo(en este caso suelo arcilloso con expansibilidad baja).

RESULTADO 2

Resistencia permisible

Para problemas relacionados con la resistencia del geomalla, tales como separación y refuerzo, la ecuación para obtener valores permisibles es la siguiente:

$$FS = T_{perm} / T_{req};$$

$$T_{perm} = T_{ult} / (FR_{DI} \times FR_{CR} \times FR_{DQB})$$

$$T_{ult} / \Sigma FR$$

$$FS = \frac{T_{perm}}{T_{req}}; \quad T_{perm} = \frac{T_{ult}}{FR_{DI} \times FR_{CR} \times FR_{DQB}} = \frac{T_{ult}}{\Sigma FR}$$

FS = Factor de seguridad (para incluir las condiciones de carga no conocidas o las incertidumbres en el método de diseño)

T_{perm} = Resistencia a la tensión permisible

T_{req} = Resistencia a la tensión requerida (diseño de la condición particular)

T_{ult} = Resistencia a la tensión última obtenida del ensayo estándar de tensión de muestra ancha. FR_{DI} = Factor de reducción por daños de instalación

FR_{CR} = Factor de reducción para evitar deformación por creep

FR_{DQB} = Factor de reducción por degradación química – biológica

Factores de reducción

- Es evidente que algunos de estos valores podrían ser 1.0 o ligeramente mayores, resultando totalmente despreciables. Por el contrario, otros factores de reducción no específicamente mencionados, podrían ser incluidos en la ecuación teniendo en cuenta la situación particular. Por ejemplo: FR_{UV} por degradación por rayos ultravioletas, FR_J por uniones o conexiones hechas en campo, o FR_{PN} por penetraciones o punzonamiento.

Factores de reducción

La resistencia a la tensión permisible a ser usada en la construcción de una vía no pavimentada, que separa la piedra de la base del suelo de la subrasante si la resistencia última de la geomalla es 80 kN/m?

Solución

$$T_{perm} = T_{ult} / \Sigma FR$$

$$\Sigma FR = FR_{DI} \times FR_{CR} \times FR_{DQB} = (1.3 \times 2.0 \times 1.5)$$

$$\Sigma FR = 3.9$$

$$T_{perm} = 80 / 3.9 \quad T_{perm} = 20.5 \text{ kN/m}$$

Tabla 13. Factores de reducción de la geomalla

| Área de aplicación | FR _{DI} | FR _{CR} | FR _{DQB} |
|---------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Caminos pavimentados | 1.2 - 1.5 | 1.5 - 2.5 | 1.1 - 1.7 |
| Caminos no pavimentados | 1.1 - 1.6 | 1.5 - 2.5 | 1.0 - 1.6 |
| Terraplenes y plataformas | 1.1 - 1.4 | 2.0 - 3.0 | 1.1 - 1.5 |
| Taludes | 1.1 - 1.4 | 2.0 - 3.0 | 1.1 - 1.5 |
| Muros | 1.1 - 1.4 | 2.0 - 3.0 | 1.1 - 1.5 |
| Cimentaciones | 1.2 - 1.5 | 2.0 - 3.0 | 1.1 - 1.6 |
| Recubrimientos | 1.1 - 1.4 | 1.5 - 2.5 | 1.1 - 1.6 |

Fuente. Cersa Ingenieros

Interpretación. Se muestran los factores de reducción que se toman en cuenta antes de que la geomalla sea puesta en campo, para así obtener valores reales de campo. Al final se denota que la geomalla ejerce una resistencia adicional donde es aplicado, de 20kn/m demostrando que la geomalla mejora la capacidad portante del suelo.

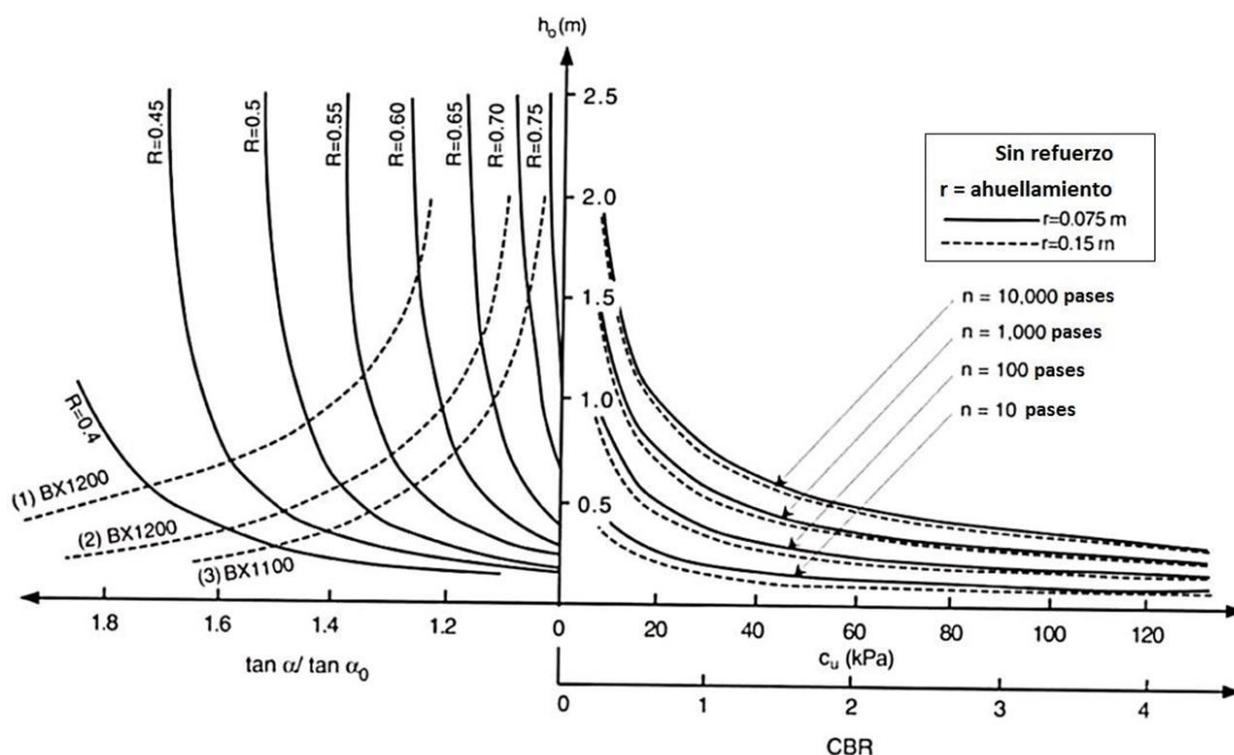
RESULTADO 3 y 4

Diseño de una geomalla para una vía no pavimentada

Tomando el efecto combinado de los 2 primeros mecanismos de refuerzo y comparándolos con el caso no reforzado, Giroud ha desarrollado un ábaco de diseño.

El efecto membrana ha sido conservadoramente despreciado. Abaco de diseño para refuerzo con geomalla (izquierda) y sin refuerzo (derecha) para vías no pavimentadas.

Figura 11. Diagrama de Giroud



Fuente. Cersa Ingenieros

Curva 1: geomalla BX 1200, asume una gran cantidad de pases de vehículo ($N > 1,000$) y una significativa probabilidad de contaminación de agregados sin la geomalla.

Curva 2: geomalla BX 1200, asume una pequeña cantidad de pases de vehículos y baja probabilidad de contaminación de agregado

Curva 3: geomalla BX 1100, asume una pequeña cantidad de pases de vehículos y baja probabilidad de contaminación de agregado.

Resultado: valor R que es usado en las siguientes ecuaciones para determinar el espesor de agregado (h) usando refuerzo de geomallas.

$H = Rh_0$ para $r < 150$ mm y tráfico no canalizado

$h = 0.9Rh_0$ para $r \geq 150$ mm con tráfico canalizado

La diferencia entre h_0 y h es la cantidad de ahorro de agregado Δh :

Dado que el suelo de subbase tiene CBR es 2.2 y que soportará 1,00 pasadas de vehículo de eje estándar, con una profundidad de ahuellamiento máximo de 75 mm, ¿cuál es el espesor requerido de agregado sin geomalla, el espesor de agregado con geomalla BX 1200, con baja probabilidad de contaminación de agregado, y la diferencia de espesores de agregado de los dos casos?

Datos

- $CBR_{SR} = 2.2$
- $n = 100$ pasadas
- $r = 75$ mm
- $h = \zeta, h_0 = \zeta, \Delta h =$

Solución

Espesor requerido sin geomalla:

De la gráfica: $h_0 = 0.60$ m

Espesor requerido con geomalla BX1200: $R = 0.6$

Como $r = 75$ mm $<$ 150 mm

$$h = Rh_0$$

$$h = (0.6)(0.60) = 0.36$$
 m

Existe un ahorro de 15cm de espesor por metro lineal, estamos hablando de prácticamente 25%.

Interpretación. Con la formula de Giroud donde se necesita el CBR que hayamos en un inicio, se determina que la geomalla aumenta el CBR del suelo por su aplicación hasta en 15 o 26% y se reduce el espesor de la sub base en 15 cm, dando beneficios en costos, tiempo y durabilidad a largo plazo.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

En la presente tesis se encontró una reducción de espesor del 25% de 60 cm de espesor a 45cm una cifra significativa que dará un gran ahorro en costos en la partida de movimiento de tierras siendo similares los resultados a la tesis puesta en discusión en los beneficios de su aplicación. Cabe recordar que su CBR es mayor al 6% el cual tiene un 8 % lo que no genera ganancias satisfactorias o no está estimado en el diagrama de giroudhan.

“Según Novoa Fernandez” (2017) en la tesis titulada “Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo – 2017” que tiene como objetivo principal hacer el uso de la geomalla triaxial en un suelo blando para determinar si consigue estabilizarlo. Concluye en que la geomalla triaxial demostró ser una solución práctica y económica en la estabilización de suelos blandos. Incrementan la capacidad portante del suelo y así permitir el paso de cargas pesadas. Además se logró la reducción de grandes espesores de relleno.

En el presente proyecto por la capacidad de la geomalla para distribuir las cargas de manera uniforme y la trabazón que se genera de las pequeñas piedras en las aberturas de la geomalla multiaxial, nos brinda una gran estabilidad del terreno reduciendo así la cantidad de espesor del material que se debía remover. Esto al compararlo con en gastos con otro proyecto tenemos una ganancia de

“Según Mera Heredia”(2017) en su tesis titulada “Evaluación Técnico Económico del Uso de Geomalla Multiaxial como Refuerzo en la Subrasante de la Carretera Santa Cruz Bellavista, Distrito Bellavista-Jaen-Cajamarca” se plantea como objetivo evaluar las repercusiones técnico- económicas del uso de la geomalla multiaxial como refuerzo de la Subrasante. Finalizando en que La reducción de los espesores en los tramos de diseño reforzados con geomalla multiaxial varían entre 5.4 % y 39.2%, con respecto al tramo no reforzado, lo cual implica que hay un menor uso de material granular, todo esto sin afectar el aspecto técnico, ni su capacidad de soporte de tránsito de la vía.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

La geomalla multiaxial estabiliza la sub de un suelo arcilloso debido a su composición la cual permite que las fuerzas se repartan de manera uniforme en todas sus dimensiones y evita los comunes hundimientos por exceso de tránsito vehicular, mala compactación o tránsito pesado en un único punto, evitando que la vía se deteriore.

La geomalla multiaxial mejora la capacidad portante siempre, y dependiendo del modelo que se necesite aportará más resistencia, en este caso se usó la Bmx1200 y aumentó considerablemente su capacidad portante.

La geomalla con el teorema de Giroud se puede identificar que el CBR es mejorado según las condiciones de campo y modelo de geomalla.

Con el diagrama de Giroud podemos determinar cuál es el espesor final que se reduce mediante el uso de la geomalla bx1200 que es un 25% de ahorro de espesor de sub base, de todo esto se puede decir que la geomalla es un elemento que mejora el comportamiento mecánico del suelo mejorando muchas de sus características, esto conlleva a un gran ahorro económico solo si el material del terreno es de un suelo blando, ya que si es grava no era necesario su uso.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

El uso de geomallas aún no termina de ser un material muy conocido por muchos ingenieros, se recomienda seguir investigando sobre nuevo productos innovadores que según su ubicación y necesidad pueden ser demasiado útiles, por ello la capacitación personal constante e investigación serán solución a ello.

Existen zonas donde la napa freatica es demasiado alta y una sub-base reducir no es la solución definitiva, ante ello también existen los geomembranas que son impermeabilizadores de agua y los geotextiles que son separadores de capas de suelo.

Finalmente si es necesario la utilización de estos 3 geosinteticos, si es posible, en muchas zonas de la selva es utilizado y se les denomina geocompuestos, puede mandarse realizar de una sola fabricación y con la especificaciones técnicas requeridas sin ningún problema.

Al usar la geomalla determinar que sea de un CBR bajo para lograr la ganancia esperada y brindar los datos correctos para su fabricación.

REFERENCIAS

- ORREGO Cabanillas, Daniel. Análisis técnico-económico del uso de geomallas como Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Lima, Perú. PUCP 2014. 72p.
- AASHTO. Design of pavement structures. Washington D.C. 1993. 624 p.
- AASHTO. Geosynthetic Reinforcement of the Aggregate base Course of Flexible Pavement Structures PP 46-01. 2003. 4 p.
- AASHTO. Geosynthetic Reinforcement of the Aggregate base Course of Flexible Pavement Structures R 50-09. 2009. 4 p.
- NUÑEZ Condori, Anselmo, Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geo-sintéticos como Tesis para obtener el Título de Ingeniería Civil, Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano 2016. 255p
- SILVA Arce, Mayra. Mejoramiento de la Subrasante con geomallas Multiaxiales tipo tx140 y tx160, aplicado a un tramo de la calle Alemania – La Molina – Cajamarca 2016. Para obtener el título de ingeniería civil 75p.
- BUSTAMANTE Novoa, Andrés. Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante, con el uso combinado de una geomalla y un geotextil como Tesis para optar el título de ingeniería civil, Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca 2016. 159p.
- ESPINOZA Y RUILOVA. Uso de geomallas y elementos de madera en la restauración de muros de adobe como Tesis para optar el título de ingeniería civil, Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca 2014. 232P.
- SANTA CRUZ Reyes, Karla. Suelo reforzado con geosintéticos: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto como Tesis para optar el título de ingeniería civil, Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca 2018. 112p.

MERA Heredia, Jeans Marco. Evaluación técnico-económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la carretera Santa Cruz- Bellavista, distrito Bellavista-Jaén-Cajamarca como Tesis para obtener el título de Ingeniería Civil, Cajamarca, Peru. Universidad Nacional de Cajamarca.2017. 103p.

NOVOA Fernández Lloni. Aplicación de la geomalla triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo – 2017. Tesis para optar el título de ingeniería civil, Lima, Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2017. 97p.

GIROUD, J.P y HAN, JIE. Design method for geogrid-reinforced unpaved roads. II. Calibration and applications. 2004. 11 p.

CABALLEROS Torres . Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible. Tesis para optar el título de ingeniería civil, Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala 2006. 168p.

TENSAR. SpectraPave4 PRO User´s Manual. 2013. 32 p.

TENSAR. Triax RD Project Summary 081809 COE APT TEST. Vicksburg. 2009

CRUZ Vargas, E. Influencia de geomallas en los parámetros mecánicos de materiales para vías terrestres. Tesis para optar el título de ingeniería civil, México. UNAM. 2013. 148p.

SOTO H. Aplicación con geosintéticos a terraplenes. Tesis para optar el título de ingeniería civil, ciudad de México, México. UNAM 2009. 106p

VIDAL Velázquez, Manuel Nahon. Optimización de costos en carreteras aplicando el sistema de refuerzo de geomallas. Tesis para optar el título de ingeniería civil, Lima, Peru. Universidad Nacional de ingeniería. 2002. 370pp.

TAIPE Sarmiento Walter y TOVAR Choquechua. Comportamiento del Pavimento Flexible con el uso de la geomalla en el Distrito de Lircay KM 0+010 camino a Ocopa Departamento de Huancavelica. Tesis para optar el título de ingeniería civil, Huancavelica, Peru.2012. 126pp

ROBLES Lavi, Luis Fernando. Geomalla biaxial para optimizar base y subbase de pavimento flexible en la Av. Camino del Inca Izquierdo, distrito de Ventanilla en 2018.

Tesis para optar el título de ingeniería civil, Lima, Peru. Universidad Cesar Vallejo. 2018. 133pp.

ASTM D792 Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement. 32pp.

ASTM D4439 Standard Terminology for Geosynthetics 25pp.

NAJARRO, Abel. Diseño y aplicación con geomallas en la carretera Iquitos-Nauta. Tesis para optar el título de Ingeniería Civil, Ayacucho, Peru. Universidad de Huamanga 2006. 208 pp.

TINGAL, William. Comportamiento entre el diseño de pavimento tradicional (AASHTO) y el diseño con geomalla en la pavimentación de la Av. Salomón Vélchez Murga de la ciudad de Cutervo. Tesis para optar el título de ingeniería civil, Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 2013. 154 pp.

CERSA INGENIEROS. Diseño de geosintéticos. Curso Virtual, Peru. 2019.

Geosynthetic Materials Association. Geosynthetic Reinforcement of the aggregate base and subbase courses of pavement structures: Estados Unidos, junio 2000. 281 pp.

ELIZONDO, F. y SIBAJA, D. Guía para la estabilización o mejoramiento de rutas no pavimentadas. Tesis para optar el título de ingeniería civil, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 2008. 66 pp.

Gesof, P. Manual de diseños con geosintéticos. 8va. Edición Colombia, 430pp.

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

VELASQUEZ Lujerio, EP. 2009. Uso de geomallas en la estructura de carreteras afirmadas, para trabajos de operación de los equipos en la explotación minera a cielo abierto. Tesis para optar el título de Ingeniería civil, Chimbote, Perú, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. 2009. 81pp.

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, PE). Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. 2008. 171p.

U. S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). NHI Course No. 132013 Geosynthetic Design & Construction Guidelines Reference Manual. 2008. 92 pp.

VALENCIA, Rodrigo. Nuevas tendencias en el diseño y construcción de carreteras reforzadas con geomallas. Tesis para optar el título de ingeniería civil, San José, Costa Rica. 2009. 19 p

WEBSTER, S.L. Geogrid Reinforced Base Courses for Light Aircraft, Department of the Army Waterways Experiment Station, Corps of Engineer. Mississippi. 1992

US, Army Corps of Engineers, Geotechnical Laboratory. Estados Unidos, abril 1994.. Versión en inglés. 1994. 162 pp.

CAMPAÑA, M. y MENDOZA. Los geosintéticos aplicados a obras de pavimento flexible. Tesis para optar el título de ingeniería civil, Guayaquil, Ecuador Escuela superior Politécnica Guayaquil. 2011. 126 pp.

ZAMORA, B. y JUAN, P. Optimización de tratamiento de suelos blandos bajo terraplenes. Tesis para optar el título de ingeniería civil, Lima, Perú. Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú. 2014. 84 pp.

GEOSISTEMAS Pavco. Manual de diseño con geosintéticos. Mexico : Zetta Comunicadores S.A., 2012. 127 pp.

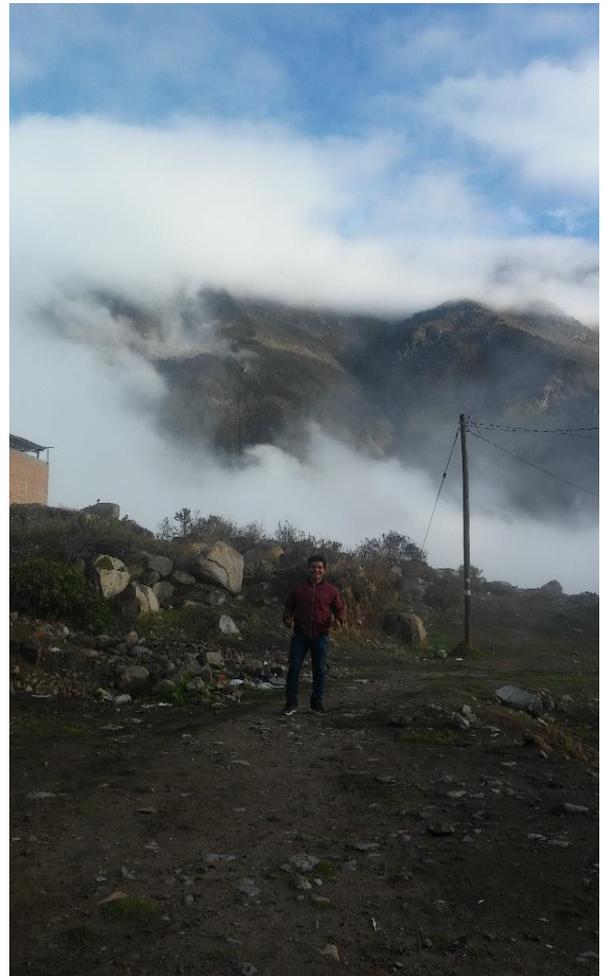
HAAS, Ralph, Walls, Jamie y R., Carrol. Geogrid Reinforcement of Granular Bases in Flexible Pavements. 2010.

JORDAN y SUÁREZ. Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicado en las vías de acceso a la ciudadela La Milina del Cantón Salinas. Tesis para optar el Ingeniero Civil. Santa Elena, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2017.

ANEXOS



Fotografía 1



Fotografía 2

Fotografía 1 y 2. Ingreso a la localidad de Allauca, observación del lugar y del tránsito vehicular.

Fuente. Elaboración propia



Fotografía 3. Km. 0+100 lugar donde se realiza la muestra.

Fuente. Elaboración Propia.



Fotografía 4: Calle S/N Anexo de Picamaran km. 0+500

Fuente: Elaboración Propia



Fotografía 5. Ensayo de Proctor.

Fuente. Elaboración propia.



Fotografía 6. Realizando ensayo de Cono de Arena

Fuente. Elaboración propia.

TABLA N°: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES |
|--|--|---|--|--|
| <p>Problema General</p> <p>¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorara el comportamiento mecánico de la sub-base de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿De qué manera la aplicación de geomallas estabiliza la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?</p> <p>¿En qué medida la aplicación de geomallas aumenta la capacidad portante de las sub base de un suelo arcilloso de la carretera del anexo de Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?</p> <p>¿Cómo influye la aplicación de la geomalla en el aumento del CBR de la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?</p> <p>¿Cómo la aplicación de geomallas reduce el espesor de sub-base de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?</p> | <p>Objetivo General</p> <p>Identificar el comportamiento mecánico de la sub base de un suelo arcilloso con la aplicación de geomallas en la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos-Lima 2019.</p> <p>Objetivo Específicos</p> <p>Identificar si la aplicación de geomallas estabiliza la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019</p> <p>Determinar en qué medida la aplicación de geomallas aumenta la capacidad portante de las sub base de un suelo arcilloso de la carretera del anexo de Picamaran-Allauca-Yauyos 2019</p> <p>¿Cómo influye la aplicación de la geomalla en el aumento del CBR de la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019?</p> <p>Demostrar que la aplicación de geomallas reduce el espesor de sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019.</p> | <p>Hipótesis General</p> <p>Mejora el comportamiento mecánico de la sub-base con la aplicación de geomallas en la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos-Lima 2019.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>La aplicación de geomallas estabiliza la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019.</p> <p>La aplicación de geomallas aumenta la capacidad portante de las sub base de un suelo arcilloso de la carretera del anexo de Picamaran-Allauca-Yauyos 2019</p> <p>La aplicación de la geomalla aumenta el CBR de la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos 2019</p> <p>Reduce el espesor de la sub-base de un suelo arcilloso de la carretera del Anexo Picamaran-Allauca-Yauyos-Lima 2019.</p> | <p>Variable Independiente</p> <p>Geomalla</p> <hr/> <p>Variable Dependiente</p> <p>Sub- base</p> | <p>Tipos de Geomalla</p> <p>Propiedades físico/mecánicas.</p> <hr/> <p>Suelo Arcilloso</p> <hr/> <p>Capacidad portante</p> <hr/> <p>Cbr</p> <hr/> <p>Espesor de Sub base</p> |

TABLA N°8: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---------------------|--|------------------------------|--|
| V1 Geomallas | Las geomallas son fabricadas a base de polímeros derivados del petróleo. | Tipos de geomallas | Por su fabricación: Extruidas, soldadas, tejidas. Por su esfuerzo: Uniaxial, Biaxial, Multiaxial |
| V2 Sub- base | El subsuelo o sustrato es la capa de suelo debajo de la capa del pavimento | Propiedades físico/mecánicas | Porcentaje de área abierta Tamaño de apertura de rejilla Masa / unidad de superficie Resistencia a la tracción Resistencia a la compresión Módulo creep |
| | | Suelo Arcilloso | Ensayo de Granulometría Ensayo de Limite plástico Ensayo de Limite Líquido Ensayo de Expansibilidad de la arcilla |
| | | Capacidad portante | Ensayo de esfuerzo cortante Requerimientos de uso |
| | | Cbr | Ensayo de proctor Densidad |
| | | Espesor de Sub base | Teorema de Giroud Cbr Ahuellamiento(mm) Transito Vehicular Modelo de Geomalla |