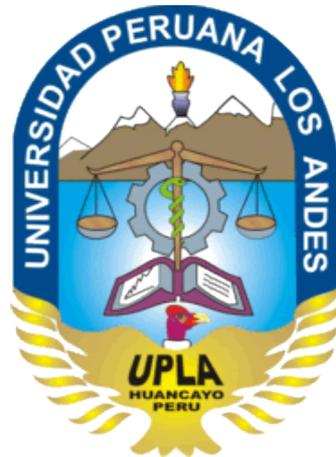


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

CIVIL



**INFLUENCIA DE LOS GEOSINTÉTICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE
LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

Línea de Investigación: Transporte y Urbanismo

PRESENTADO POR:

Bach: MIGUEL ÁNGEL GUZMAN RAMOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO - PERU

2018

Dr. Deybe, Viera Peralta
Asesor metodológico

Ing. María Luisa, Mueras Gutiérrez
Asesor temático

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Dedico este trabajo mis padres y familiares quienes siempre depositaron la confianza incondicional en mi persona, quienes también fortalecieron mis pasos para alcanzar y lograr cada reto, quienes apostaron por mi capacidad, conocimiento e inteligencia.

Agradezco a mi alma mater, la universidad UPLA, donde adquirí y enriquecí mis conocimientos para ser un buen profesional, además, por haberme forjado académicamente dentro de las aulas de la Facultad de Ingeniería Civil, de quienes estoy muy agradecido.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio, Torres López
Presidente

Ing. Javier Amador, Navarro Veliz
Jurado Revisor

Ing. Julio Fredy, Porras Mayta
Jurado Revisor

Ing. Rando, Porras Olarte
Jurado Revisor

Mg. Miguel Ángel, Carlos Canales
Secretario Docente

ÍNDICE

FALSA PORTADA	i
ASESORES	ii
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	iii
HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE GRAFICOS	ix
LISTA DE CUADROS	x
RESUMEN	xi
ABSTRAC	xii
INTRODUCCION	xiii
CAPÍTULO I	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problema específicos	17
1.3. Justificación	17
1.3.1. Práctica	17
1.3.2. Metodológica	18
1.4. Delimitación de la investigación	18
1.4.1. Espacial	18
1.4.2. Temporal	18
1.5. Limitaciones	18
1.5.1. Limitación económica	18
1.5.2. Limitación tecnológica	19
1.6. Objetivos de la investigación	19
1.6.1. Objetivo general	19
1.6.2. Objetivos específicos	19
CAPÍTULO II	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1. Internacionales	20
2.1.2. Nacionales	22
2.1.3. Locales	23

2.2.	Marco conceptual.....	24
2.2.1.	Los geosintéticos	24
2.2.2.	Pavimentos flexibles	30
2.2.3.	Marco normativo	33
2.3.	Definición de términos.....	34
2.4.	Hipótesis	38
2.4.1	Hipótesis general	38
2.4.2	Hipótesis específicas	38
2.5.	Variables	38
	Variable Independiente (X).....	38
	Variable Dependiente (Y)	38
2.6.	Operacionalización de variables.....	39
CAPÍTULO III	40
3.1.	Método de investigación.....	40
3.2.	Tipo de investigación	40
3.3.	Nivel de investigación	40
3.4.	Diseño de investigación	40
3.5.	Población y muestra.....	41
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.7.	Técnicas y análisis de datos.....	41
3.8.	Procesamiento de la información	42
CAPÍTULO IV	43
4.1.	Resultados técnicos de ingeniería.....	43
4.1.1.	Dimensionamiento de espesores de las capas del pavimento flexible – método tradicional.....	43
4.1.2.	Dimensionamiento de espesores de las capas del pavimento flexible – método con geosintéticos.....	51
4.1.3.	Comparativo del dimensionamiento de espesores de las capas del pavimento flexible - ambos métodos	52
4.1.4.	Costos del pavimento flexible.....	52
4.2.	Prueba de hipótesis	54
4.2.1.	Hipótesis general	54
4.2.2.	Hipótesis específicas	54
CAPÍTULO V	56
5.1.	Interpretación de los resultados obtenidos	56
5.1.1.	Comparación técnica	56

5.1.2. Comparación económica.....	60
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	64
ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Geomalla Coextruída Mono-orientada	28
Figura 2. Geomalla Coextruída Bi-orientada	29
Figura 3: Estructura Típica de Pavimentos Flexibles	31
Figura 4: Cálculo del Coeficiente a_2 de la Base Para el Caso de Estudio ..	49
Figura 5: Cálculo del Coeficiente a_3 de la Sub-Base Para el Caso de Estudio	50

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1. Comparativo de los Espesores Finales del Dimensionamiento de las Capas con y sin Geomalla.	57
Grafico 2. Comparativo de los Espesores de la Carpeta Asfáltica.	58
Grafico 3. Comparativo de los Espesores de la Base.	59
Grafico 4. Comparativo de los Espesores de la Sub-Base.	60

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados de Ensayos de Laboratorio.....	44
Cuadro 2. Número Estructural Para Cada Jirón en Estudio.....	47
Cuadro 3. Calidad del Coeficiente de Drenaje.....	48
Cuadro 4. Dimensionamiento de Espesores del Pavimento Flexible – Método Tradicional.....	51
Cuadro 5. Dimensionamiento de Espesores del Pavimento Flexible – Método con Geomalla.....	51
Cuadro 6. Dimensionamiento de Espesores del Pavimento Flexible – Método Tradicional y con Geomalla.....	52
Cuadro 7. Costo del Pavimento Flexible sin la Utilización de la Geomalla..	53
Cuadro 8. Costo del Pavimento Flexible con la Utilización de la Geomalla.	53
Cuadro 9. Comparativo de Espesores del Pavimento Flexible – Método Tradicional vs Método con Geomalla.....	55
Cuadro 10. Espesores Obtenidos Para Cada Caso de Diseño.....	56
Cuadro 11. Comparativo de Espesores de la Carpeta Asfáltica– Método Tradicional vs Método con Geomalla.....	57
Cuadro 12. Comparativo de Espesores de la Base – Método Tradicional vs Método con Geomalla.....	58
Cuadro 13. Comparativo de Espesores de la Sub-Base – Método Tradicional vs Método con Geomalla.....	59
Cuadro 14. Costo del Pavimento Flexible sin la Utilización de la Geomalla.	61
Cuadro 15. Costo del Pavimento Flexible con la Utilización de la Geomalla.	61

RESUMEN

En el presente trabajo se formula como problema general: ¿Cómo influye los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible?, siendo el objetivo: establecer la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible, la hipótesis que debe verificarse es: el hecho de aplicar los geosintéticos en el dimensionamiento logra reducir los espesores de las capas del pavimento flexible.

Por naturaleza del estudio el tipo de investigación es aplicada, nivel descriptiva-explicativa, con un método deductivo y diseño no experimental transversal explicativo, la población considerada es la zona urbana del distrito de Huamalí, y la muestra conformada por 7 vías locales con un promedio de 3.4 km.

Se concluye que, del dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible, se logró determinar que el geosintético tipo geomalla ó BP-BX12 (30 KN/m) influye en la reducción del espesor de las capas diseñadas entre 3 a 5 cm.

Palabras Claves: Geosintéticos, Pavimentos flexibles, Base, Sub base, Carpeta asfáltica.

ABSTRAC

In the present work is formulated as a general problem: How does geosynthetics influence the sizing of flexible pavement layers? the objective being: to establish the influence of geosynthetics in the sizing of thicknesses of layers of the flexible pavement, the hypothesis that must be verified is: the fact of applying the geosynthetics in the dimensioning manages to reduce the thicknesses of the layers of the flexible pavement.

By nature of the study the type of research is applied, descriptive-explanatory level, with a deductive method and explanatory transversal non-experimental design, the population considered is the urban area of the district of Huamalí, and the sample consists of 7 local roads with an average of 3.4 km.

It is concluded that, from the sizing of the layers of the flexible pavement, it was determined that the geosynthetic type geogrid or BP-BX12 (30 KN / m) influences the reduction of the thickness of the layers designed between 3 to 5 cm.

Key words: Geosynthetics, Flexible pavements, Base, Sub base, Asphaltic folder.

INTRODUCCION

Los geosintéticos son materiales poliméricos que vienen siendo utilizados en la industria de la construcción de obras viales, por estructura interna los geosintéticos ayudan a solucionar diversos tipos de problemas respecto a la estabilización de suelos, para ello se encuentra diversas variedades como son los de mayor uso dentro de la construcción de carreteras: según Fiorini García, A. (2007) “El geotextil no tejido es utilizado para separación y drenaje, geotextil tejido para refuerzo de subrasante y base, geomalla uniaxial (un sentido) para refuerzo de talud y base y geomalla biaxial (dos sentidos) para refuerzo de subrasante y base”

Además, según la identificación de las áreas que tienen problemas respecto a suelos altamente blandos, para ello se puede utilizar diversos geosintéticos, para obtener resultados favorables y excelentes, con el objetivo de reducir cantidades en la utilización de material de préstamo, donde su uso destinado a la estabilización es efectivo. Como una opción, respecto al diseño de pavimentos flexibles esta la geomalla, esta se usa en proyectos de ingeniería básicamente en infraestructura vial para reforzar la estructura del pavimento flexible, de esta manera se reduce los espesores de las capas, logrando así la ampliación de la vida útil y alcanzando un pavimento más eficiente.

Según Fiorini García, A. (2007), la reducción de espesores de la capa de sub base y base “se obtiene al aplicar el geosintético logrando cubrir la reducción de espesores, al soportar una mayor cantidad de esfuerzos cortantes, muy superiores al suelo natural, incrementando los valores que le son requeridos para soportar las cargas previstas”, es decir el trabajo que realiza es eficiente y seguro. Para la compresión del tema de investigación, la tesis está conformado en capítulos, desarrollados y divididos de la siguiente manera:

En el capítulo I, se ha desarrollado el planteamiento del problema, la formulación del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones, objetivos de la investigación.

En el capítulo II, se desarrolló el marco teórico, los antecedentes de la investigación, definición de términos, hipótesis y las variables.

En el capítulo III, se ha desarrollado la metodología, el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas y/o instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la investigación, técnicas y análisis de datos, procedimiento de la investigación.

En el capítulo IV, se ha desarrollado y obtenido los resultados del dimensionamiento de espesores de las capas del pavimento flexible con y sin la inclusión del geosintético.

En el capítulo V, se ha desarrollado la discusión de resultados y el análisis respectivo, respecto a la influencia del geosintético en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible, para así formular las conclusiones, aportar con las recomendaciones en el trabajo de investigación, y concluyendo con las referencias bibliográficas.

En la parte final de la investigación, se muestran los anexos respectivamente.

El investigador

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El Perú se caracteriza por su diversidad de climas y variación del tiempo por temporadas, según las estaciones del año, es por ello que a nivel nacional las carreteras atraviesan por diversas zonas lluviosas, también en zonas que no cuentan con materiales granulares para el mejoramiento de estas, dificultando y prolongando los costos de obra y los plazos de construcción. Una de las opciones para solucionar estas situaciones desde tiempos históricos se ha resuelto con la estabilización del suelo de diversas formas como: mecánica, química, reemplazo, excavación, siendo las más comunes, que generan efectos desfavorables en el medio ambiente, además, elevan el costo de viabilidad económica de las obras.

El diseño y construcción de obras de infraestructura vial en nuestro país posee muchas fuentes de incertidumbre debido principalmente a: la geomorfología diversa de nuestro país, la variabilidad existente en los materiales geológicos, la variación en los precios de materiales, etc., por lo que varias veces, no se consigue a optimar los materiales, la economía, el tiempo, etc.; en base a esto se busca diferentes alternativas de diseños de espesores de bases, terraplenes y sub base.

La utilización de los geosintéticos, es desde varios años atrás en obras de ingeniería civil, buscando la protección de taludes, rellenos sanitarios, obras de drenaje, etc. y, además, considerada como una metodología moderna para el diseño de pavimentos, obteniendo resultados favorables por las mejoras principalmente en suelos blandos constituidos por limos y arcillas de variada plasticidad como parte de la sub-rasante.

Por lo tanto, con esta investigación se pretende conocer la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible. A continuación, la formulación del problema:

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influyen los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible en las calles del centro de Huamalí, Jauja, Junín - 2017?

1.2.2. Problema específicos

- a) ¿Cómo influye los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la sub base del pavimento flexible?
- b) ¿Cómo influye los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la base del pavimento flexible?
- c) ¿Cómo influye los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

La importancia de investigación radica en el uso de los geosintéticos para reforzar diferentes tipos de diseño tanto vial como estructural e hidráulico, entre otros, dadas sus propiedades físicas y composición única, como las técnicas más eficientes y prácticas para la solución de problemas tales como separación y estabilización de sub bases (obras de carreteras y ferrocarriles, fundaciones, etc.), filtraje en obras hidráulicas y sistemas de drenaje (zanjas, drenantes, campos deportivos, etc.) y

rehabilitación de pavimentos viejos y agrietados, entre muchos otros; cuyo principio fundamental es solucionar los problemas de las personas que transitan por el referido lugar.

1.3.2. Metodológica

El desarrollo de esta investigación ayudara en la práctica y toma de decisiones, aplicando los mecanismos y estrategias según la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible. Además, los profesionales ya sean proyectistas, gerentes, administradores de obras, etc. Utilizaran de modelo esta investigación en otro tipo de obras y en otras modalidades de ejecución, para lo cual el investigador creo tablas dinámicas para la recolección de datos, dela misma manera para procesarlos y extraer resúmenes producto de la investigación.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Espacial

La investigación comprende la ejecución de obras públicas viales de pavimentos flexibles del distrito de Huamalí, provincia de Jauja, departamento de Junín.

1.4.2. Temporal

La realización de esta investigación comprende el periodo desde el mes de Setiembre a diciembre del año 2017, teniendo como duración 04 meses.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitación económica

Una de las limitantes para el desarrollo de la presente investigación es el costo de los geosintéticos, porque en el Perú, no se venden geosintéticos en cantidades pequeñas, debido a que la producción es por lotes mayores a 50 metros lineales.

1.5.2. Limitación tecnológica

Respecto a la existencia de laboratorios de la región, no se cuenta con los equipos para ensayar e identificar las características de los geosintéticos por ello se hace uso las características físico, mecánicas por las empresas que lo fabrican.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Establecer la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible en las calles del centro de Huamalí, Jauja, Junín – 2017

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Establecer la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la sub base del pavimento flexible.
- b) Determinar la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la base del pavimento flexible.
- c) Comprobar la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

Fiorini García, A. (2007). Desarrollo la tesis titulada “aplicación de Geosintéticos en la Construcción de Carreteras”. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad San Carlos de Guatemala.

La presente tesis tiene como objetivo general el del análisis de la utilización de los geosintéticos para la construcción de carreteras, además, de la identificación de los diversos tipos de materiales que existen en el mercado, y los diversos usos que se pueden aplicar a los problemas que generalmente se presentan en la construcción de carreteras.

Finalmente, esta investigación aporta por explicar y generar la reducción de espesores de la capa de sub base y base, que se obtiene al aplicar el geosintético el cual logra cubrir la reducción de espesores, es decir al lograr soportar una mayor cantidad de esfuerzos cortantes, que son superiores al suelo natural, son requeridos para soportar las cargas previstas.

Alvarado Amado, M. (2009) en su investigación titulada, “estado del Arte de los Geosintéticos Para el Diseño de Obras Civiles”. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Rafael Urdaneta.

La presente tesis tiene como objetivo general el desarrollar el análisis del estado del arte de los geosintéticos en el diseño de obras civiles.

El aporte más importante de esta investigación indica que el método de diseño con geosintéticos debería certificar la optimización de los factores en torno a la materialización del proyecto. Para ello es necesario desarrollar la evaluación de las diversas alternativas para la elección de un diseño, a su viabilidad pueda satisfacer los criterios de evaluación.

Arturo Beltrán, B. (2013). Realizó la investigación titulada, “Ventajas de la Utilización de Geosintéticos Para el Refuerzo de Pavimento en la Carretera 7 Estación Transmilenio Museo Nacional”. Tesis Para Obtener el Título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos. Universidad Militar Nueva Granada.

La presente tesis tiene como objetivo general exponer mediante un caso particular, las ventajas con el uso de Geosintéticos como medio de refuerzo para retardar la fisuración temprana y extender la vida útil del pavimento.

El aporte más importante de esta investigación se basa a lo técnico, es que los Geosintéticos vienen a ser un producto que ayuda a optimizar los procesos de construcción, además de incrementar y cumplir con la vida útil del pavimento; finalmente, se puede decir que el uso de estos productos sirve como un refuerzo de pavimentos sobre estructuras antiguas.

2.1.2. Nacionales

Taípe Sarmiento, W. y Tovar Choccelahua, E. (2012). Desarrollaron la investigación titulada “Comportamiento del Pavimento Flexible con el Uso de Geomalla en el Distrito de Lircay” Km 00+010 Camino a Ocopa”, Departamento de Huancavelica. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Huancavelica.

La tesis tuvo como objetivo general conocer el comportamiento del pavimento flexible con el uso de geomallas como alternativa para el refuerzo de la estructura.

El aporte más importante de esta investigación fue la utilización de la geomalla como refuerzo, porque su fin es reducir los espesores de la estructura del pavimento flexible, reduciendo también los costos de su construcción, manteniendo la calidad, y cumpliendo con las pautas y requerimientos exigidos cumpliendo también con la vida útil para la que fue diseñada.

Silva Arce, M. (2016). “Comportamiento de la subrasante con geomallas multiaxiales Tipo TX140 y TX160, Aplicado a un Tramo de la Calle Alemania – La Molina – Cajamarca 2016”. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte.

La presente tesis tiene como objetivo general evaluar el mejoramiento de la subrasante con geomallas Multiaxiales tipo TX140 y TX160 en un tramo de la calle Alemania – La molina – Cajamarca.

El aporte más importante de esta investigación fue la utilización de geomallas multiaxiales en esta zona para la estabilización de los suelos utilizando los parámetros de diseño necesarios como CBR, carga axial, presión de inflado de llantas, profundidad máxima de ahuellamientos y número de ejes pasantes; datos que luego fueron procesados con el software

Spectra Pave 4.0. Como resultado se obtuvo el incremento de la capacidad de soporte de la subrasante y la reducción del espesor de mejoramiento, comparado con un diseño patrón, registrando un ahorro de material de 54% y 72% con las geomallas multiaxiales tipo Tx140 y Tx160 respectivamente.

Tingal Huatay, W. (2013). “Comparación Entre el Diseño de Pavimento Tradicional (AASHTO) y el Diseño con Geomalla en la Pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga de la Ciudad de Cutervo”. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca.

La presente tesis tiene como objetivo general la comparación del diseño de pavimentos, de en capas granulares de base y sub base entre el diseño de pavimento tradicional (AASHTO) y el diseño con geomalla, en la pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo

El aporte más importante de esta investigación fue se logró con la disminución de espesores de capas granulares es de un 28.41% a nivel de capa base y un 38.05% a nivel de capa de sub-base con la utilización de geomalla.

2.1.3. Locales

Chancasanampa Pacheco, P. (2013), realizó la investigación titulada, “Diseño y Aplicación de geotextiles y geomembranas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales”. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Centro del Perú.

La presente tesis tiene como objetivo general proponer un método correcto de diseño y aplicación adecuado de geotextiles y geomembranas en plantas de tratamiento de aguas residuales.

El aporte más importante de esta investigación fue el diseño y construcción de este sistema de impermeabilización (geotextil -

geomembrana), que depende en gran medida del tipo de suelo de fundación y del residuo que se vaya a depositar.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Los geosintéticos

Según Pavco (2009), los geosintéticos son productos donde al menos uno de sus componentes es a base de polímero sintético o natural, y se presenta en forma de filtro, manto, lámina o estructura tridimensional, usada en contacto con el suelo o con otros materiales dentro del área de ingeniería civil y la geotecnia.

Además, según Pavco (2009), los tipos de geosintéticos comúnmente usados en la ingeniería son los geotextiles, las geomallas, las geomembranas, las georedes, geocompuestos y mantos para control de erosión derivados de la unión de las características y cualidades de cada uno de los anteriores.

a) Geotextiles

Los geotextiles vienen a ser un material textil plano, permeable polimérico que puede ser no tejido, tejido o tricotado y que se utiliza en contacto con el suelo u otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas, según (Pavco, 2009).

Clasificación según su método de fabricación, según Pavco (2009).

Geotextiles Tejidos:

Son aquellos tejidos que están formados por cintas entrecruzadas en una máquina de tejer, pueden ser Tejidos de calada o tricotados.

- Los Tejidos de calada: son los formados por cintas de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal), además, su resistencia a la tracción es de tipo biaxial (en los dos sentidos de su fabricación) y puede

ser muy elevada, la estructura se caracteriza por ser plana.

- Respecto a los tricotados estos están fabricados con hilo entrecruzado en máquinas de tejido de punto, su resistencia a la tracción es multiaxial o biaxial según estén fabricados en máquinas tricotosas y circulares, o Ketten y Raschel, además, se caracteriza por ser de estructura tridimensional.

Geotextiles No Tejidos:

Estos están formados en base a fibras o filamentos superpuestos en forma laminar, consolidándose esta estructura por distintos sistemas según cual sea el sistema empleado para unir los filamentos o fibras.

Los geotextiles No Tejidos se clasifican a su vez en:

- Geotextiles No Tejidos ligados mecánicamente o punzonados por agujas.
- Geotextiles No Tejidos ligados térmicamente o termosoldados.
- Geotextiles No Tejidos ligados químicamente o resinados.

A continuación, se muestra la clasificación de los geotextiles en base a su composición, según Pavco (2009).

Fibras Naturales: Las fibras naturales dentro de su composición algunos tienen origen animal compuestas de lana, seda, pelos, vegetal como de algodón, yute, coco, lino; utilizadas en la fabricación de geotextiles biodegradables utilizados en la revegetación de taludes, como, en márgenes de ríos, etc.

Fibras Artificiales: estas fibras derivan de la celulosa, como del rayón, el acetato y la viscosa.

Fibras Sintéticas: estas fibras se caracterizan cuando al geotextil se le exige durabilidad, se fabrica con fibras o filamentos obtenidos de polímeros sintéticos.

b) Geomallas coextruídas

Respecto a las geomallas se cuenta con diversos métodos para aumentar la capacidad de carga de suelos blandos. Uno de estos, antiguo y todavía efectivo, consiste en reforzar el suelo mediante confinamiento lateral de las partículas de material y aumentar su resistencia a la tensión. Tradicionalmente estos efectos se obtenían usando ramas trenzadas o colocando troncos de forma perpendicular, así lo señala Pavco (2009).

Hoy en día la tecnología, accede el uso de productos sintéticos diseñados específicamente para obtener el mismo efecto de confinamiento lateral y resistencia a la tensión, como pueden ser las geomallas bi-orientadas coextruídas, lo señala Pavco (2009).

Respecto a las geomallas coextruídas estas vienen a ser estructuras bidimensionales elaboradas a base de polímeros, que están conformadas por una red regular de costillas conectadas de forma integrada por extrusión, con aberturas de suficiente tamaño para permitir la trabazón del suelo, piedra u otro material geotécnico circundante, lo señala Pavco (2009).

Es importante tener en cuenta la función de las geomallas coextruídas siendo incuestionable el refuerzo; es por ello que el uso del tipo de geomalla está ligado a la dirección donde esfuerzos se transmiten en la estructura, como en aplicaciones de muros en suelo reforzado o en terraplenes, el uso de las geomallas mono-orientadas que son geomallas con resistencia y rigidez mayor longitudinalmente que transversal, lo señala Pavco, (2009).

El compuesto del suelo-geomalla disminuye la resistencia al movimiento, por lo tanto, el uso de las geomallas produce una condición de cohesión, inclusive en materiales granulares.

La capacidad que tiene la geomalla para distribuir las fuerzas sobre su superficie incrementan las características de resistencia contra los desplazamientos de la estructura durante el sometimiento de esta a cargas tanto estáticas como dinámicas, lo señala Pavco (2009).

Existe una clasificación de las geomallas divididas en dos tipos, los cuales se enuncian a continuación, lo señala Pavco (2009).

Geomallas Coextruídas Mono-Orientadas: Las geomallas mono-orientadas, son estructuras bidimensionales producidas de polietileno de alta densidad (HDPE) utilizando un proceso de extrusión seguido de un estiramiento mono-direccional, lo señala Pavco (2009).

Además, este proceso ayuda el logro de una estructura monolítica con una distribución uniforme de largas aberturas elípticas, desarrollando así gran fuerza a la tensión y gran módulo de tensión en la dirección longitudinal. La estructura de este tipo de geomallas provee un sistema de trabazón óptimo con el suelo especialmente de tipo granular, lo señala Pavco (2009). (Ver Figura 1).

Es decir, que según este tipo de geomallas coextruídas de HDPE, son totalmente inertes a las condiciones químicas o biológicas que se presentan normalmente en el suelo, poseen gran resistencia a los esfuerzos de tensión, soportando hasta 160KN/m aproximadamente, lo señala Pavco (2009). Resaltando la capacidad de absorción del suelo dando como resultado la generación del concepto de estructura en suelo

reforzado, equivalente al concepto del concreto y el acero de refuerzo.

Figura 1. Geomalla coextruídas mono-orientada



Fuente: Manual de Diseño con Geosintéticos – Pavco.

Geomallas Coextruídas Bi-Orientadas: Este tipo de geomallas son estructuras bidimensionales fabricadas de polipropileno, químicamente inertes y con características uniformes y homogéneas, producidas mediante un proceso de extrusión y luego estiradas de forma longitudinal y transversal, lo señala (Pavco, 2009).

Este proceso genera una estructura de distribución uniforme de espacios rectangulares de alta resistencia a la tensión en ambas direcciones y un alto módulo de elasticidad, lo señala Pavco (2009). Donde la estructura de la geomalla admite una óptima trabazón con el suelo.

Este tipo de geomallas coextruídas se componen de elementos y nudos rígidos que proveen un gran confinamiento, lo señala Pavco (2009).

Son particularmente efectivas para reforzar estructuras de pavimentos rígidos y flexibles. (Ver Figura 2).

Figura 2. Geomalla coextruídas bi-orientadas



Fuente: Manual de Diseño con Geosintéticos – Pavco.

c) Geomembranas

son laminados continuos y flexibles elaborados de uno o más materiales sintéticos. Estos son relativamente impermeables y son usados como revestimientos de fluidos y gases y como barreras de vapor, así lo señala Pavco (2009).

d) Georedes

son materiales tipo malla abierta formados por dos conjuntos de hebras poliméricas gruesas y paralelas interactuando en un ángulo constante. La malla forma una manta con cierta porosidad que es usada para llevar relativamente grandes cantidades de fluido o gases internamente, así lo señala Pavco (2009).

e) Geocompuestos

son geosintéticos hechos de una combinación de dos o más tipos de geosintéticos. Algunos ejemplos: geotextil-geored, geotextil-geomalla; geored-geomembrana; o un revestimiento geosintético de arcilla. Drenes prefabricados de geocompuestos o drenes verticales prefabricados son formados por un núcleo plástico drenante rodeado de un filtro de geotextil, así lo señala Pavco (2009).

2.2.2. Pavimentos flexibles

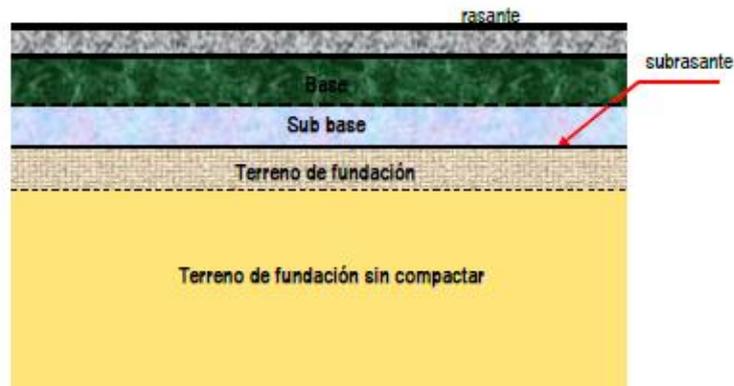
Estos pavimentos cuentan con un revestimiento asfáltico sobre una capa base granular. La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructura por las cargas de rueda del tráfico, se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones cizallantes. Dentro de este proceso acontecen tensiones de deformación y tracción en la fibra inferior del revestimiento asfáltico, que provocará su fisuración por fatiga por la repetición de las cargas de tráfico. Es así que cuando se da al mismo tiempo la repetición de las tensiones y deformaciones verticales de compresión que actúan en todas las capas del pavimento producirán la formación de hundimientos en la trilla de rueda, y la ondulación longitudinal de la superficie cuando la heterogeneidad del pavimento fuera significativa, lo indica UMSS, (2014).

a) Estructura del Pavimento Flexible

El pavimento flexible se apoya sobre el terreno de fundación o subrasante, y que está conformado por capas de materiales de diferentes calidades y espesores, que obedecen a un diseño estructural, se denomina pavimento. Es decir que la estructura del pavimento sirve y su función está predestinada a soportar las cargas provenientes del tráfico, según Minaya, S. y Ordoñez, A. (2006).

Además, los pavimentos flexibles están compuestas por una carpeta asfáltica apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y sub base. Aunque si es posible prescindir de cualquiera de estas capas en base a la necesidad del proyecto. A continuación, se muestra la distribución de las capas en la estructura del pavimento figura 3, lo señalan Minaya, S. y Ordoñez, A. (2006).

Figura 3. Estructura Típica de Pavimentos Flexibles



Fuente: Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos.

Minaya, S. y Ordoñez, A. (2006), señalan lo siguiente:

- La carpeta asfáltica o capa de rodamiento proporciona una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color adecuado, que debe resistir los efectos abrasivos provenientes del tránsito y del medio ambiente, según Minaya, S. y Ordoñez, A. (2006).
- La capa de base, generalmente granular, es una capa que se apoya sobre la sub base. La función de esta capa es transmitir los esfuerzos provenientes del tráfico, a la sub base y subrasante, según Minaya, S. y Ordoñez, A. (2006).
- La sub base, es una “capa que según el diseño puede o no colocarse. Se apoya sobre la subrasante, según Minaya, S. y Ordoñez, A. (2006).
- El terreno de fundación puede estar conformado por un terraplén (caso de rellenos) o terreno natural en el caso de cortes, para ambos casos, la cota geométrica superior se denomina subrasante, según Minaya, S. y Ordoñez, A. (2006).

b) Método Aashto para el diseño de pavimentos flexibles

El método AASHTO 1993 utiliza el número estructural SN para cuantificar la resistencia estructural que el pavimento requiere para

determinada capacidad de soporte del suelo, tráfico esperado y pérdida de serviciabilidad. Con la ecuación de diseño empírica usada en AASHTO 93 se busca el número estructural requerido por el proyecto, lo señalan Minaya, S. y Ordoñez, A. (2006, p. 3).

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_0 + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32$$

$$* \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

W18 = número de aplicaciones de ejes simples equivalentes de 18 kip (80 KN).

SN = número estructural.

ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y terminal.

MR = módulo resiliente de la subrasante (libras/pulg²).

So= desviación estándar total de la distribución normal de los errores asociados con las predicciones de tránsito y de comportamiento del pavimento (0.44-0.49).

ZR = parámetro estadístico asociado con distribuciones normales de datos, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a pt durante el periodo de diseño.

Para determinar el número estructural (SN), el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 1993):

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

ai: Coeficiente estructural de la i.

Di: Espesor en pulgadas de la capa i.

mi: Coeficiente de drenaje de la capa i.

Los subíndices 1,2 y 3 se refieren a las capas de carpeta asfáltica, base y sub base (si se aplica) respectivamente. Los coeficientes de capa dependen del módulo resiliente del suelo (MR), se determinan empleando los conceptos esfuerzo-deformación de un sistema multicapa.

Los coeficientes de capa usados en la pista de prueba AASTHO son:

- Concreto asfáltico superficial, a1 0.40 - 0.44 pulg⁻¹
- Base de piedra chancada, a2 0.10 - 0.14 pulg⁻¹
- Sub base de grava arenosa, a3 0.06 - 0.10 pulg⁻¹

2.2.3. Marco normativo

a) Norma CE.010 – Pavimentos Urbanos

La presente se denomina Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos, tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la Mecánica de Suelos y de la Ingeniería de Pavimentos, con el objetivo de asegurar la durabilidad, el buen comportamiento de aceras, el uso racional de los recursos, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio.

Esta Norma pertenece al ámbito de aplicación circunscrito al límite urbano de todas las ciudades del Perú.

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de pavimentos urbanos en general, excepto donde ésta indique lo contrario.

b) Manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2013 del MTC.

El manual de carreteras DISEÑO GEOMETRICO DG – 2013, forma parte de los manuales de carreteras establecidos por el

Reglamento Nacional de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034 – 2008 – MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio, por los órganos responsables de la gestión de infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y local.

2.3. Definición de términos

- **Base:** Capa generalmente granular, aunque también podría ser de suelo estabilizado, de concreto asfáltico, o de concreto hidráulico. Su función principal es servir como elemento estructural de los pavimentos, aunque en algunos casos puede servir también como capa drenante. Norma, CE.010. (2017).
- **Capa asfáltica de superficie:** Es la capa superior de un pavimento asfáltico, llamada también Capa de Desgaste o Capa de Rodadura. Norma, CE.010. (2017).
- **Capa de base asfáltica:** Es una capa estructural de algunos pavimentos flexibles compuesta de agregados minerales unidos con productos asfálticos. También conocida como Base Negra. Norma, CE.010. (2017).
- **Capa de sub-rasante:** Porción superior del terreno natural en corte o porción superior del relleno, de 20 cm de espesor compactado en vías locales y colectoras y de 30 cm de espesor compactado en vías arteriales y expresas. Norma, CE.010. (2017).
- **Coefficiente de capa (ai):** Número expresado en unidades de 1/pulg, o 1/cm, que representa la resistencia relativa de los materiales de construcción, que forman parte del pavimento. Norma, CE.010. (2017).
- **Coefficientes de drenaje Cd y mi:** Son los parámetros que representan en la metodología AASHTO de 1993 a las características de drenabilidad de un material granular empleado

como base o sub-base y se expresan como Cd para pavimentos rígidos y como mi para pavimentos flexibles y cuyo valor depende del tiempo en que estos materiales se encuentran expuestos a niveles de humedad cercana a la saturación y del tiempo en que drena el agua. Norma, CE.010. (2017).

- **ESALS de diseño:** Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el Período de Diseño”. El procedimiento “usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un número de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje esperada sobre la vía durante el período de diseño, en un número de cargas por eje estándar, sumándolas luego. Norma, CE.010. (2017).
- **Espesor de diseño:** Es el espesor de cada capa del pavimento, determinado en el diseño. Norma, CE.010. (2017).
- **Espesor efectivo:** El espesor efectivo de cada capa de un pavimento existente se calcula multiplicando su espesor real por los correspondientes factores de conversión, según el método de diseño. Norma, CE.010. (2017).
- **Estructura del pavimento asfáltico:** Pavimento con todas sus capas de mezclas asfálticas, o de una combinación de capas asfálticas y base granulares, colocadas encima de la sub-rasante natural o estabilizada. Norma, CE.010. (2017).
- **Estudio de cargas:** Es un estudio que busca establecer el peso transportado por cada eje y el número de ejes para cada tipo de camiones pesados. Norma, CE.010. (2017).
- **Factor camión:** Es el número de aplicaciones de cargas por eje simple equivalentes a 80 KN, producidas por una pasada de un vehículo cualquiera del Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Norma, CE.010. (2017).

- **Factor de equivalencia de carga:** Es un factor utilizado para convertir las aplicaciones de cargas por eje de cualquier magnitud, a un número de cargas por eje simple equivalentes a 80 KN. Norma, CE.010. (2017).
- **Imprimación asfáltica:** Asfalto diluido, aplicado con un rociador de boquilla que permita una distribución uniforme sobre la Base Granular para impermeabilizarla y lograr su adherencia con la Capa Asfáltica de Superficie. Norma, CE.010. (2017).
- **Índice de serviciabilidad final (pt):** Se establece como la condición de la superficie del pavimento que no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario y corresponde al valor más bajo antes de que sea necesario rehabilitar o reconstruir un pavimento. Norma, CE.010. (2017).
- **Índice de serviciabilidad inicial (po):** Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. Norma, CE.010. (2017).
- **Módulo de resiliencia o módulo resiliente (Mr):** Es una medida de la propiedad elástica del suelo, reconociéndole ciertas características no lineales. El módulo de resiliencia se puede usar directamente en el diseño de pavimentos flexibles, pero debe convertirse a módulo de reacción de la sub-rasante (valor k), para el diseño de pavimentos rígidos o compuestos. Norma, CE.010. (2017).
- **Módulo de rotura (MR):** Es una medida de la resistencia a la tracción por flexión del concreto. Se determina mediante el ensayo ASTM C78 de la viga cargada en los tercios. Norma, CE.010. (2017).
- **Nivel de servicio PSI:** Viene a ser una medida que califica la serviciabilidad de una vía. Norma, CE.010. (2017).
- **Número estructural (SN):** viene a ser el adimensional abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento, requerida

para un número de combinaciones de soporte del suelo E_{sal} , ΔPSI , y $mí$. El SN requerido puede ser convertido a espesores reales de carpeta de rodadura base y sub-base, por medio de coeficientes de capa apropiados que representan la resistencia relativa de los materiales de construcción. Norma, CE.010. (2017).

- **Pavimento:** es la estructura conformada por las capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías. Norma, CE.010. (2017).
- **Pavimentos flexibles (pavimentos asfálticos):** la clasificación por comportamiento de los pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. Norma, CE.010. (2017).
- **Pavimentos semi flexibles (Intertrabados):** Pavimento cuya capa de rodadura estuvo tradicionalmente conformada por unidades de piedra, madera o arcilla cocida; en la actualidad se utilizan unidades de concreto colocadas sobre una capa de arena, relleno los espacios entre ellas con arena, para proveerles de trabazón. De la misma manera que los pavimentos asfálticos tienen una base y además pueden tener una sub-base, su comportamiento se puede considerar como semiflexible. Norma, CE.010. (2017).
- **Pérdida de serviciabilidad (ΔPSI):** Es el cambio en la serviciabilidad de una vía durante el período de diseño y se define como la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (p_o) y final (p_t). Norma, CE.010. (2017).
- **Período de diseño:** Es el tiempo, normalmente expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento. Norma, CE.010. (2017).

- **Rasante:** Es el nivel superior del pavimento terminado. La Línea de Rasante se ubica en el eje de la vía. Norma, CE.010. (2017).
- **Serviciabilidad:** Habilidad de un pavimento para servir a los tipos de solicitaciones (estáticas o dinámicas) para los que han sido diseñados. Norma, CE.010. (2017).
- **Sub-rasante:** viene a ser el nivel inferior del pavimento equivalente a la rasante. Norma, CE.010. (2017).

2.4. Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento reduce los espesores de las capas del pavimento flexible en las calles del centro de Huamalí, Jauja, Junín.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a) La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento reduce el espesor de la sub base del pavimento flexible.
- b) La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento reduce el espesor de la base del pavimento flexible.
- c) La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento reduce el espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible.

2.5. Variables

Variable Independiente (X)

- Geosintéticos.

Variable Dependiente (Y)

- Espesores de las capas del pavimento flexible.

2.6. Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Los geosintéticos	“Los geosintéticos son un producto en el que, por lo menos, uno de sus componentes es una base de polímero sintético o natural, y se presenta en forma de filtro, manto, lámina o estructura tridimensional, usada en contacto con el suelo o con otros materiales dentro del campo de la geotecnia o de la Ingeniería Civil”.	Propiedades Físico Mecánicas	Resistencia (Kg/cm ³)
Espesores de las capas del pavimento flexible.	“El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub rasante del camino. Por lo general está conformado por las siguientes capas; Base, sub-base y capa de rodadura”.	<ul style="list-style-type: none"> • Sub Base • Base • Carpeta Asfáltica 	<ul style="list-style-type: none"> • Espesor (cm)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó el método deductivo, por lo que el método deductivo se inicia con el análisis de postulados, teoremas, leyes, principios, etc, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

3.2. Tipo de investigación

La investigación es del tipo: aplicada, este tipo de investigación se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptiva - explicativa, este nivel descriptivo se refiere a las características, cualidades internas y externas, propiedades y rasgos esenciales de los hechos y fenómenos de la realidad, en un momento y tiempo concreto y determinado, y en cuanto al nivel explicativo se puede conocer por qué un hecho o fenómeno de la realidad tiene tales y cuales características, cualidades, propiedades, etc.

3.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizara en el trabajo de investigación es NO experimental transversal explicativo, este diseño indica que son propios para determinar y conocer las causas, factores o variables que generan

situaciones problemáticas dentro de un determinado contexto, por lo que explica los hechos y fenómenos en cuanto a sus causas y consecuencias.

3.5. Población y muestra

Población

Para el siguiente estudio se considerarán como población la zona urbana del distrito de Huamali, que suman en su totalidad 31 cuadras que hacen más o menos 7.5 km.

Muestra

Para nuestro caso la muestra comprende 7 vías locales conformado de la siguiente manera: 03 tramos en el Jr. Manco Cápac, 03 tramos en el Jr. Bolognesi, 05 tramos en el Jr. Grau, 05 tramos en el Jr. Independencia, 04 tramos en el Jr. Ayacucho, 05 tramos en el Jr. Progreso y 02 tramos en el Jr. Atahualpa, que suman en total 27 tramos con un promedio de 3.4 Km.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recopilación de datos en función de los objetivos y naturaleza de la investigación son las siguientes:

A) Revisión documental: es la consulta de documentación bibliográfica relacionada con el tema de estudio, con el propósito de adquirir conocimientos de gran importancia que servirán de base para el desarrollo del trabajo de investigación.

B) Revisión literaria: Es necesario obtener información sobre los antecedentes de la investigación, es decir, aquellos estudios previos y tesis que estén relacionados con el problema planteado.

3.7. Técnicas y análisis de datos

Para la elaboración del trabajo de investigación se empleará como fuente de consulta la documentación de las firmas especializadas en la producción de geosintéticos (PAVCO) las cuales presentan sus

características, detalles, trabajos ejecutados (Testimoniales de obra) y ventajas particulares de cada sistema; también se empleará la metodología tradicional de la AASHTO para el diseño de pavimentos. Desarrollaremos un ejemplo aplicativo en tres pasos así:

1. Se calculará el número estructural según metodología AASHTO para la estructura inicial.
2. Cálculo del nuevo espesor de las capas del pavimento con refuerzo empleando geosintético.
3. Análisis de la disminución de espesor debido a la inclusión del geosintético.

3.8. Procesamiento de la información

Se procesará los datos mediante tablas, cuadros y gráficos, utilizando hojas de cálculo en el programa excel (ensayos para clasificación de suelos, Proctor modificado, CBR), para luego realizar el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible con y sin geosintéticos con ayuda de un software.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados técnicos de ingeniería

4.1.1. Dimensionamiento de espesores de las capas del pavimento flexible – método tradicional

a) Capacidad de Soporte (CBR) de la Sub-Rasante: Para el logro del objetivo de la investigación se realizaron trabajos de campo y laboratorio, con el fin de obtener las características físicas y mecánicas del material que comprende el terreno de fundación del pavimento flexible (sub-rasante), para el cual se han perforado 11 calicatas de 1.50 mts de profundidad, en cada calicata se ha tomado muestras de material de la sub-rasante y enviadas al laboratorio para efectuar los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico.
- Límites de Atterberg.
- Clasificación SUCS – AASTHO
- Análisis Proctor modificado.
- Capacidad de soporte - CBR

De los ensayos realizados se han obtenido los siguientes resultados que se detallan en el cuadro N°01.

Cuadro 1. Resultados de Ensayos de Laboratorio.

N°	JIRÓN	CALICATA		LL	LP	IP	SUCS	AASTHO	PROCTOR		CBR	
		KM	H						OCH	MDS	100% MDS	95% MDS
01	Manco Cápac	00+240	1.50	25.66	13.32	12.35	CL	A-6(5)	11.10	1.976	9.92	5.45
02	Bolognesi	00+300	1.50	29.18	16.28	12.90	CL	A-6(7)	11.61	1.957	12.39	6.40
03	Grau	00+180	1.50	25.26	12.21	13.05	CL	A-6(7)	10.60	1.954	11.48	5.50
04	Grau	00+400	1.50	25.75	12.15	13.61	CL	A-6(6)	11.20	1.970	13.96	7.92
05	Atahualpa	00+080	1.50	25.83	13.99	11.84	SC	A-6(3)	10.32	2.012	15.70	7.80
06	Progreso	00+100	1.50	26.36	14.75	11.62	CL	A-6(6)	11.64	1.961	12.39	7.00
07	Progreso	00+150	1.50	25.51	13.51	11.99	CL	A-6(5)	10.65	1.970	13.40	7.45
08	Ayacucho	00+120	1.50	26.11	14.48	11.64	CL	A-6(5)	10.06	1.995	13.88	6.65
09	Ayacucho	00+420	1.50	25.51	13.37	12.14	SC	A-6(4)	9.59	2.065	16.60	7.10
10	Independencia	00+080	1.50	25.89	14.42	11.47	CL	A-6(8)	11.08	1.943	9.98	5.80
11	Independencia	00+360	1.50	25.87	15.30	10.57	SC	A-6(3)	11.20	2.044	12.47	6.50

Fuente: Laboratorio de Suelos.

Como se observa en el cuadro N°01, se realizó el estudio de capacidad portante mediante CBR para el respectivo diseño de pavimentos.

b) Módulo de resiliencia: De los valores de CBR de subrasante obtenidos, estos se utilizarán en el cálculo de los módulos de resiliencia utilizando la siguiente ecuación:

$$MR = 2,555 * CBR^{0.64}$$

Los valores de módulo de resiliencia son una medida de las propiedades elásticas del suelo los cuales nos ayudaran al cálculo del número estructural "SN", este valor esta expresado en PSI ya que se encuentra en el sistema de Unidades internacional de modo a que la calidad de la subrasante se clasifica en función del CBR ya no se hace otra clasificación en función del Mr.

c) Estudio de tráfico: El valor del tráfico adoptado para el presente diseño debido a que el área a intervenir es netamente urbano y dada la población beneficiaria el tráfico a considerar es un TP3, considerándose un N rep EE = 500 000 ejes equivalentes.

d) Confiabilidad y parámetros estadísticos: Éste acápite es el que considera los niveles de control de calidad de los procesos y calidad de los agentes actuantes e interactuantes de la estructura, es decir, se refiere al grado de seguridad o veracidad de que el diseño de la estructura de un pavimento pueda llegar al final de su período de diseño en buenas condiciones.

El Manual de Carreteras basado en la guía AASHTO 93 indica un nivel de Confiabilidad para un tráfico TP3, R = 80%, para las características de nuestra vía en diseño. Por lo cual, el Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal será $Z_r = -0.842$.

Por otro lado, la Desviación Estándar Combinada S_o , que representa la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y otros factores como el proceso constructivo y medio ambiente, tomando el criterio del Manual de Carreteras consideramos $S_o = 0.45$.

e) Serviciabilidad Δ PSI: La serviciabilidad de una estructura de pavimento, es la capacidad que tiene este de servir al tipo y volumen de tránsito para el cual fue diseñado. El índice de serviciabilidad se califica entre 0 (malas condiciones) y 5 (perfecto).

Sin embargo, estos valores son determinados a “criterio” de los diversos diseñadores, por lo cual, con la finalidad de evitar controversias al momento de la evaluación del desempeño de la vía durante su período de diseño se emplearán relaciones en función al Índice Internacional de Rugosidad IRI, desarrollada por el Banco Mundial y sistematizada por el modelo de evaluación económica HDM de uso universal para el estudio de los proyectos y la gestión vial.

- Serviciabilidad Inicial P_i , es la condición de una vía recién construida, de acuerdo al Manual de Carreteras el valor recomendado para nuestra vía es $P_i = 4.10$.
- Serviciabilidad Final P_f , es la condición de la vía que ha alcanzado algún tipo de rehabilitación o reconstrucción y cuyo valor sugerido por el Manual de Carreteras es de $P_f = 2.0$.

f) Calculo del número estructural (SN): Con los valores desarrollados en los párrafos anteriores del presente capítulo se obtiene el número estructural (SN) para cada uno de los jirones de la vía en estudio mostradas en la siguiente tabla, para el cálculo respectivo del número estructural se utilizó la siguiente ecuación, obteniendo como resultados los mostrados en el cuadro N° 2.

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_0 + 9.36 * \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32$$

$$* \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07$$

Cuadro 2. Número estructural para cada jirón en estudio.

N°	JIRÓN	CBR	MR	W18	R	So	Po	Pt	SN (Pulg)	SN (cm)
01	Manco Capac	5.45	7,562.84	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.71	6.88
02	Bolognesi	6.40	8,381.97	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.61	6.63
03	Grau	5.50	7,607.17	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.71	6.88
04	Grau	7.92	9,606.72	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.49	6.33
05	Atahualpa	7.80	9,513.31	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.50	6.35
06	Progreso	7.00	8,876.74	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.56	6.50
07	Progreso	7.45	9,237.85	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.52	6.40
08	Ayacucho	6.65	8,590.07	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.59	6.58
09	Ayacucho	7.10	8,957.69	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.55	6.48
10	Independencia	5.80	7,870.18	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.68	6.81
11	Independencia	6.50	8,465.56	500,000.00	80%	0.45	4.10	2.00	2.61	6.63

Fuente: Elaboración Propia.

g) Coeficiente de drenaje (Cd): Estos valores permiten la estructuración del pavimento, es decir, son parte esencial en determinar los espesores de capa son los que se determinan a continuación en función a relaciones proporcionadas por la guía AASHTO 93:

De acuerdo a las condiciones climáticas propias de la región, se consideró los siguientes parámetros:

- Se considerará como periodo lluvioso regular los meses de diciembre a abril, a su vez se considerará que dos (2) días a la semana se producirán precipitaciones que producirán condiciones de saturación. Así mismo, se considerarán 5 días de lluvias aisladas durante el año con condiciones cercanas a la saturación. Bajo esas condiciones obtenemos los siguientes datos:

60 días con lluvias perjudiciales y 5 días de lluvias aisladas que producen condiciones desfavorables.

Por lo cual el porcentaje de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación es:

$$\frac{(60 + 5) * 100}{365} = 17.8\%$$

- De una constante inspección visual y la aplicación de la metodología “time to drain” (aproximación del tiempo a drenar), se pudo comprobar que, de acuerdo al criterio establecido por la AASHTO, la calidad de drenaje al 50% de saturación es REGULAR, debido a que el tiempo de drenaje para tales condiciones es superior a un día.

Cuadro 3. Calidad del coeficiente de drenaje.

Calidad del Drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Guía para diseño de Pavimentos AASTHO 1993.

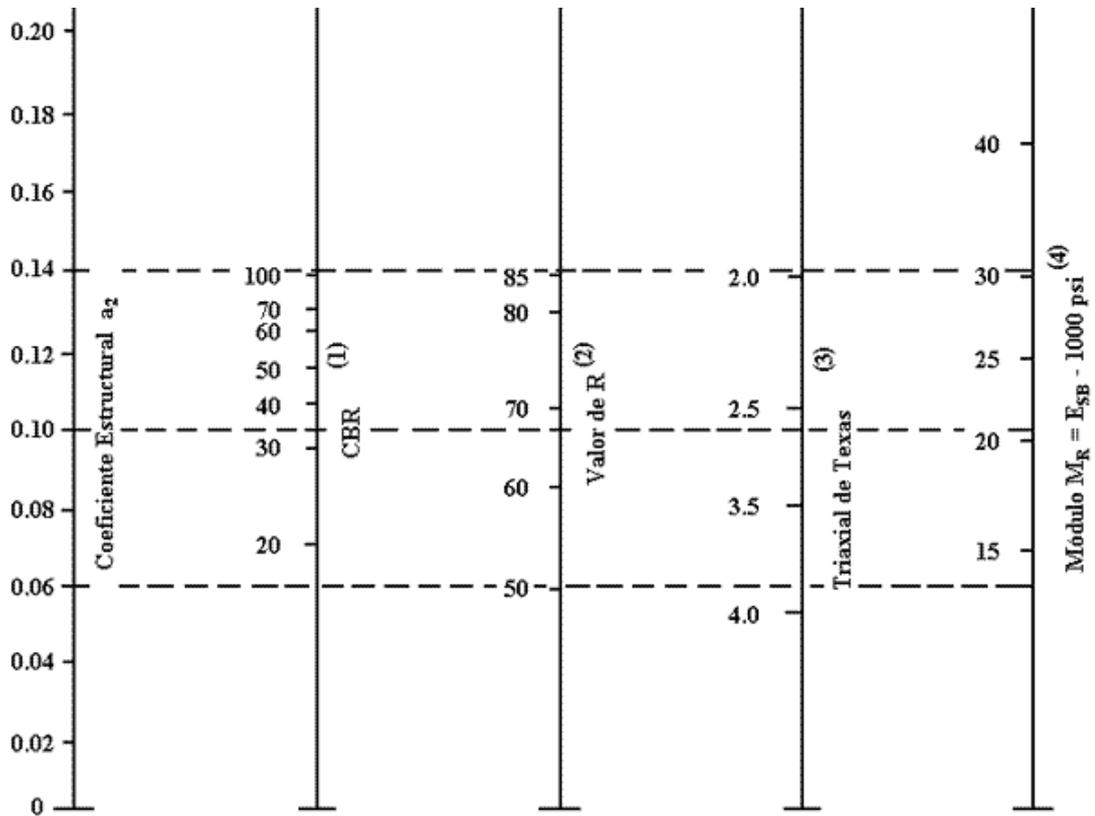
Que la vía será un caso típico en el cual la sub base cumplirá la función drenante y protectora de la sub rasante se considerará: Cd = 1.00 Sub base.

h) Cálculo de coeficiente de la capa estructural del pavimento: Una vez calculados los números estructurales debemos hallar los coeficientes de capa para las distintas capas (carpeta asfáltica, base y sub base) que conformaran el diseño del pavimento final.

- **Carpeta asfáltica:** Para este caso se considera una mezcla asfáltica en caliente la cual de acuerdo (al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014 capítulo 12.1) nos dice que tendrá un coeficiente estructural $a_1=0.44/\text{pulg}$.
- **Base granular:** De acuerdo al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014, se recomienda un CBR del material de relleno con un valor de 100%, para obtener el valor del coeficiente estructural para esta capa considerando un

material con un CBR de 100%. En este caso se obtiene que $a_2=0.14/\text{pulg.}$

Figura 4: Cálculo del coeficiente a_2 de la base para el caso de estudio

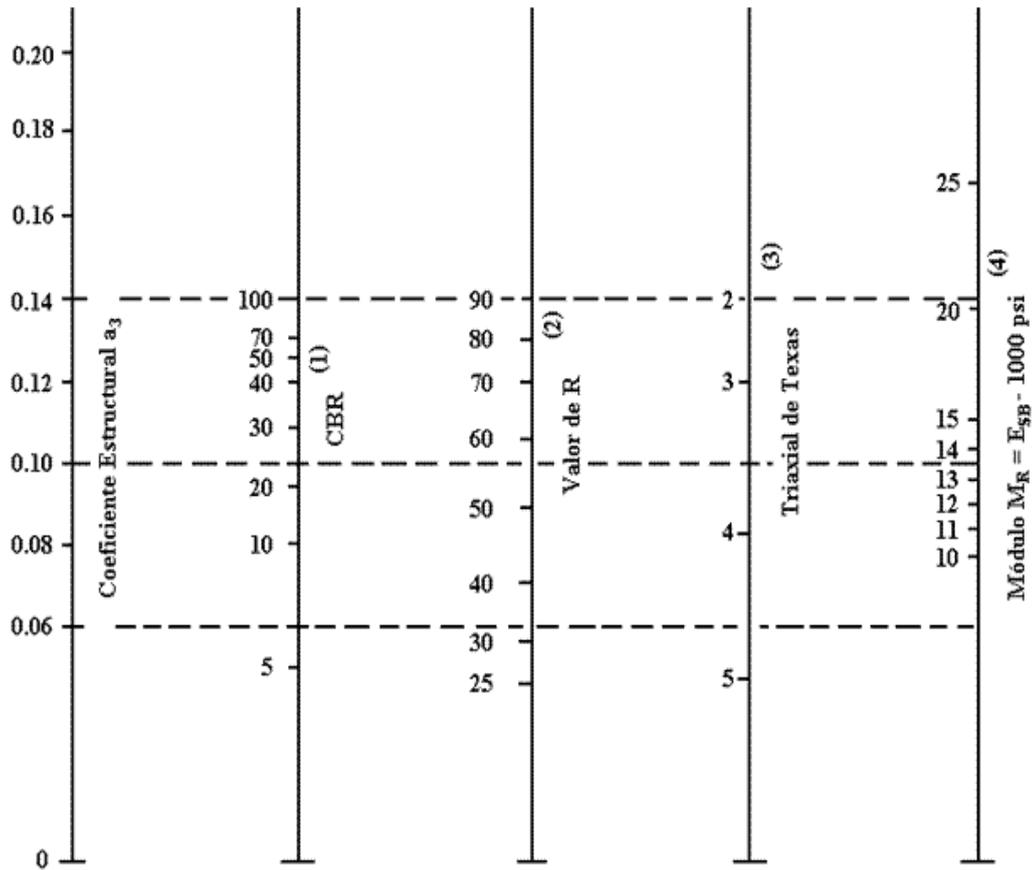


- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía Para Diseño de Pavimentos AASTHO 1993.

- **Sub-base granular:** De acuerdo al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014, se recomienda un CBR del material de relleno con un valor de 40%, para obtener el valor del coeficiente estructural para esta capa considerando un material con un CBR de 40%. En este caso se obtiene que $a_3=0.12/\text{pulg.}$

Figura 5: Cálculo del coeficiente a3 de la Sub-base Para el caso de estudio



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexivo y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía Para Diseño de Pavimentos AASTHO 1993.

i) **Cálculo de espesores del pavimento:** Una vez calculados los coeficientes de capa para las distintas capas (carpeta asfáltica, base y sub base) y los coeficientes de drenaje, reemplazamos dichos valores en la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Cuadro 4. Dimensionamiento de espesores del pavimento flexible – método AASHTO.

N°	JIRÓN	Número Estructural (SN) Pulg.	Coeficientes Estructurales			Coeficientes de Drenaje		Espesores de las Capas del Pavimento Flexible		
			a1	a2	a3	m2	m3	Carpeta Asfáltica (cm)	Base (cm)	Sub Base (cm)
01	Manco Capac	2.71	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	18.00	20.00
02	Bolognesi	2.61	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	15.00	20.00
03	Grau	2.71	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	18.00	20.00
04	Grau	2.49	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	15.00	18.00
05	Atahualpa	2.50	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	15.00	18.00
06	Progreso	2.56	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	15.00	20.00
07	Progreso	2.52	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	15.00	18.00
08	Ayacucho	2.59	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	15.00	20.00
09	Ayacucho	2.55	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	15.00	20.00
10	Independencia	2.68	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	18.00	20.00
11	Independencia	2.61	0.44	0.14	0.12	1.00	1.00	5.00	15.00	20.00

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2. Dimensionamiento de espesores de las capas del pavimento flexible – método con geosintéticos

Diseño de Pavimento flexible con el uso de geosintéticos del tipo geomallas con el programa GEOSOF PAVCO.

Cuadro 5. Dimensionamiento de espesores del pavimento flexible – método con el uso de geosintéticos tipo geomallas.

N°	JIRÓN	Geosintético	Espesores de las Capas del Pavimento Flexible con Geosintéticos		
			Carpeta Asfáltica (cm)	Base (cm)	Sub Base (cm)
01	Manco Cápac	Geomalla Biaxial Coextruída Tipo B P-BX12 (30 KN/m)	5.00	18.00	15.00
02	Bolognesi		5.00	15.00	15.00
03	Grau		5.00	18.00	15.00
04	Grau		5.00	15.00	15.00
05	Atahualpa		5.00	15.00	15.00
06	Progreso		5.00	15.00	15.00
07	Progreso		5.00	15.00	15.00
08	Ayacucho		5.00	15.00	15.00
09	Ayacucho		5.00	15.00	15.00
10	Independencia		5.00	18.00	15.00
11	Independencia		5.00	15.00	15.00

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3. Comparativo del dimensionamiento de espesores de las capas del pavimento flexible - ambos métodos

En el cuadro N°26 se puede apreciar la disminución de los espesores de las capas del pavimento flexible, el cual fue diseñado mediante el método tradicional y el método con geosintéticos tipo geomalla:

Cuadro 6. Dimensionamiento de espesores del pavimento flexible – método AASHTO y con el uso de geosintéticos tipo geomallas.

N°	JIRÓN	Espesores de las Capas del Pavimento Flexible sin Geosintéticos del tipo geomallas			Espesores de las Capas del Pavimento Flexible con Geosintéticos del tipo geomallas		
		Carpeta Asfáltica (cm)	Base (cm)	Sub Base (cm)	Carpeta Asfáltica (cm)	Base (cm)	Sub Base (cm)
01	Manco Capac	5.00	18.00	20.00	5.00	18.00	15.00
02	Bolognesi	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00
03	Grau	5.00	18.00	20.00	5.00	18.00	15.00
04	Grau	5.00	15.00	18.00	5.00	15.00	15.00
05	Atahualpa	5.00	15.00	18.00	5.00	15.00	15.00
06	Progreso	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00
07	Progreso	5.00	15.00	18.00	5.00	15.00	15.00
08	Ayacucho	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00
09	Ayacucho	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00
10	Independencia	5.00	18.00	20.00	5.00	18.00	15.00
11	Independencia	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4. Costos del pavimento flexible

A continuación, presentamos el costo del pavimento por el método tradicional a partir de la sección típica detallada a continuación:

Cuadro 7. Costo del pavimento flexible sin la utilización de geosintéticos tipo geomallas.

JIRÓN	Costo Unitario (S/. * m2)			Metrado (m2)	Costo (S/.)		
	C.A.	B	SB		Carpeta Asfáltica	Base	Sub -Base
Manco Cápac	68.55	20.18	13.45	19,762.17	1'354,696.75	398,800.59	265,801.19
Bolognesi							
Grau							
Grau							
Atahualpa							
Progreso							
Progreso							
Ayacucho							
Ayacucho							
Independencia							
Independencia							
TOTAL							

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, presentamos el costo del pavimento utilizando geomalla el cual se detalla a continuación:

Cuadro 8. Costo del pavimento flexible con la utilización de geosintéticos tipo geomallas.

JIRÓN	Costo Unitario (S/. * m2)			Metrado (m2)	Costo (S/.)		
	C.A.	B	SB-G		Carpeta Asfáltica	Base	Sub -Base
Manco Cápac	68.55	20.18	53.95	19,762.17	1'354,696.75	398,800.59	1'066,169.07
Bolognesi							
Grau							
Grau							
Atahualpa							
Progreso							
Progreso							
Ayacucho							
Ayacucho							
Independencia							
Independencia							
TOTAL							

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Hipótesis general

Hipótesis Alternativa (Ha): La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento **REDUCE** los espesores de las capas del pavimento flexible.

Hipótesis Nula (Ho): La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento **NO REDUCE** los espesores de las capas del pavimento flexible.

4.2.2. Hipótesis específicas

Hipótesis Alternativa 01 (Ha-01): La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento **REDUCE** el espesor de la sub base del pavimento flexible.

Hipótesis Nula 01 (Ho-01): La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento **NO REDUCE** el espesor de la sub base del pavimento flexible.

Hipótesis Alternativa 02 (Ha-02): La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento **REDUCE** el espesor de la base del pavimento flexible.

Hipótesis Nula 02 (Ho-02): La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento **NO REDUCE** el espesor de la base del pavimento flexible.

Hipótesis Alternativa 03 (Ha-03): La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento **REDUCE** el espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible.

Hipótesis Nula 03 (Ho-03): La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento **NO REDUCE** el espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible.

Cuadro 9. Comparativo de espesores del pavimento flexible – método tradicional vs método con uso geosintético tipo geomalla.

N°	JIRÓN	Espesores de las Capas del Pavimento Flexible sin Geosintéticos			Espesores de las Capas del Pavimento Flexible con Geosintéticos tipo geomalla		
		Carpeta Asfáltica (cm)	Base (cm)	Sub Base (cm)	Carpeta Asfáltica (cm)	Base (cm)	Sub Base (cm)
01	Manco Cápac	5.00	18.00	20.00	5.00	18.00	15.00
02	Bolognesi	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00
03	Grau	5.00	18.00	20.00	5.00	18.00	15.00
04	Grau	5.00	15.00	18.00	5.00	15.00	15.00
05	Atahualpa	5.00	15.00	18.00	5.00	15.00	15.00
06	Progreso	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00
07	Progreso	5.00	15.00	18.00	5.00	15.00	15.00
08	Ayacucho	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00
09	Ayacucho	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00
10	Independencia	5.00	18.00	20.00	5.00	18.00	15.00
11	Independencia	5.00	15.00	20.00	5.00	15.00	15.00

Fuente: Elaboración Propia.

- Según la tabla No 09: Comparativo de espesores de capas de espesores del pavimento flexible método tradicional vs método con geomalla, podemos observar que el espesor de la carpeta no disminuye, por lo que mantiene su dimensionamiento de espesor inicial.
- Según la tabla No 09: Comparativo de espesores de capas de espesores del pavimento flexible método tradicional vs método con geomalla, podemos observar que el espesor de la capa granular de la base no disminuye, por lo que mantiene su dimensionamiento de espesor inicial.
- Según la tabla No 09: Comparativo de espesores de capas de espesores del pavimento flexible método tradicional vs método con geomalla, podemos observar que el espesor de la capa granular de la sub base| si disminuye, por lo que mantiene su dimensionamiento de espesor varia en 5 cm.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Interpretación de los resultados obtenidos

Con los resultados obtenidos en el capítulo 5.0, se procede a realizar una evaluación técnica y económica de las secciones resultantes con el fin de evaluar si el dimensionamiento de los espesores con geosintéticos tipo geomallas es conveniente desde ambos puntos de vista.

5.1.1. Comparación técnica

En esta etapa se compara el dimensionamiento de los espesores diseñados con y sin la inclusión de geosintéticos tipo geomalla.

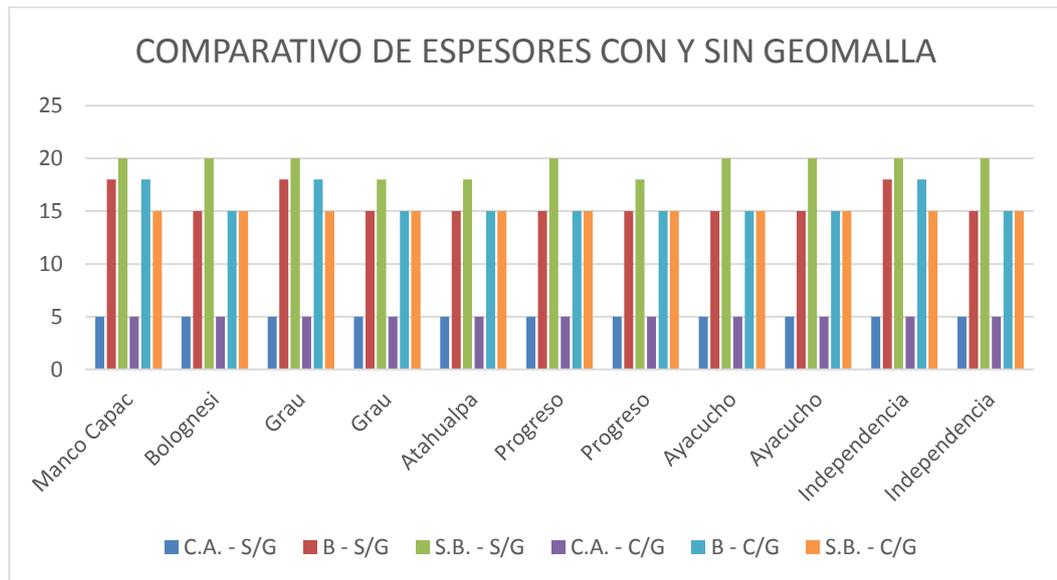
Cuadro 10. Espesores Obtenidos Para Cada Caso de Diseño.

		Manco Cápac	Bolognesi	Graú	Graú	Atahualpa	Progreso	Progreso	Ayacucho	Ayacucho	Independencia	Independencia
Diseño sin Geosintéticos	Carpeta Asfáltica	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Base	18.0	15.0	18.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	18.00	15.0
	Sub Base	20.0	20.0	20.0	18.0	18.0	20.0	18.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Diseño con Geosintéticos	Carpeta Asfáltica	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Base	18.0	15.0	18.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	18.00	15.0
	Sub Base	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Diferencia de Espesores	Carpeta Asfáltica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Base	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sub Base	5.0	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro N°10 apreciamos los espesores finales para cada caso de diseño, en donde encontramos una reducción en los espesores de las sub base entre 3 a 5 cm en cada caso.

Gráfico 1. Comparativo de los Espesores Finales del Dimensionamiento de las Capas con y sin Geosintéticos tipo geomalla.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico N°01, podemos apreciar los espesores iniciales y finales de la carpeta asfáltica, base y sub base en los distintos casos de diseño, donde encontramos una reducción significativa en la alternativa de diseño empleando geomallas frente a la propuesta inicial (método tradicional).

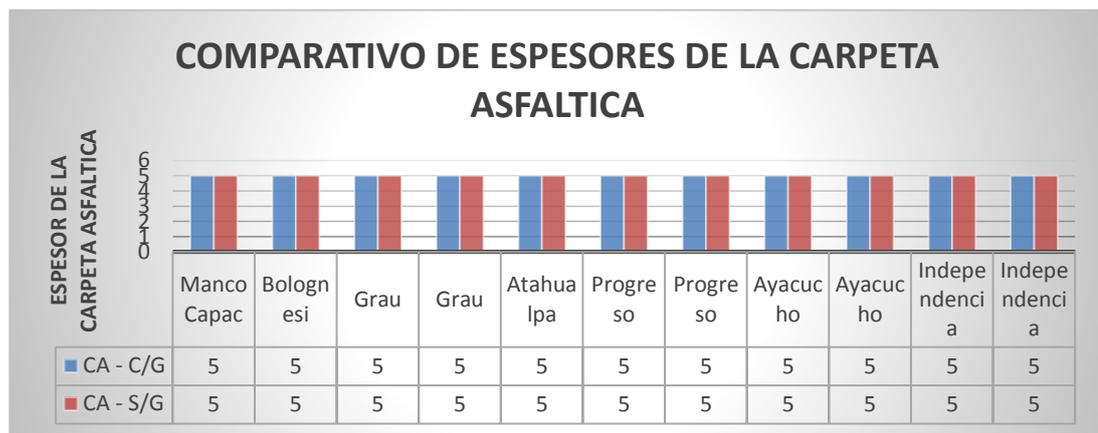
Cuadro 11. Comparativo de espesores de la carpeta asfáltica– método tradicional vs método con geosintéticos tipo geomalla.

N°	JIRÓN	Espesores de la Carpeta Asfáltica sin Geomalla	Espesores de la Carpeta Asfáltica con Geomalla	Diferencia de Espesor de la Carpeta Asfáltica
01	Manco Cápac	5.00	5.00	0.00
02	Bolognesi	5.00	5.00	0.00
03	Grau	5.00	5.00	0.00
04	Grau	5.00	5.00	0.00
05	Atahualpa	5.00	5.00	0.00
06	Progreso	5.00	5.00	0.00
07	Progreso	5.00	5.00	0.00
08	Ayacucho	5.00	5.00	0.00
09	Ayacucho	5.00	5.00	0.00
10	Independencia	5.00	5.00	0.00
11	Independencia	5.00	5.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro N°11 apreciamos los espesores finales de la carpeta asfáltica para cada caso de diseño, en donde encontramos que el dimensionamiento del espesor de la carpeta asfáltica con la inclusión de la geomalla Tipo B P-B12 (30 KN/m), no se ve afectada con respecto al dimensionamiento por el método tradicional (sin geomalla).

Gráfico 2. Comparativo de los Espesores de la Carpeta Asfáltica.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico N°02 podemos apreciar los comparativos de los espesores de la carpeta asfáltica en los distintos casos de diseños, donde encontramos espesores de 5 cm en el diseño empleando geomallas y el diseño tradicional.

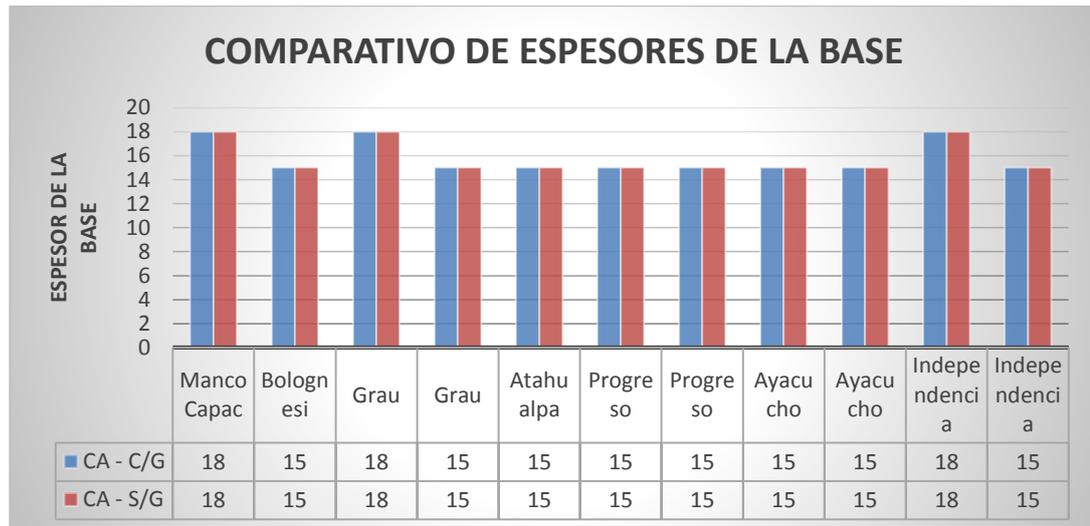
Cuadro 12. Comparativo de Espesores de la Base – Método AASHTO vs Método con el uso de Geosintéticos tipo geomallas.

N°	JIRÓN	Espesores de la Base sin Geosintéticos tipo geomallas	Espesores de la Base con Geosintéticos tipo geomallas	Diferencia de Espesor de la Base
01	Manco Capac	18.00	18.00	0.00
02	Bolognesi	15.00	15.00	0.00
03	Grau	18.00	18.00	0.00
04	Grau	15.00	15.00	0.00
05	Atahualpa	15.00	15.00	0.00
06	Progreso	15.00	15.00	0.00
07	Progreso	15.00	15.00	0.00
08	Ayacucho	15.00	15.00	0.00
09	Ayacucho	15.00	15.00	0.00
10	Independencia	18.00	18.00	0.00
11	Independencia	15.00	15.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro N°12 apreciamos los espesores finales de la base para cada caso de diseño, en donde encontramos que el dimensionamiento del espesor de la base con la inclusión de la geomalla Tipo B P-B12 (30 KN/m), no se ve afectada con respecto al dimensionamiento por el método tradicional (sin geomalla).

Gráfico 3. Comparativo de los espesores de la base.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico N°03, podemos apreciar los comparativos de los espesores de la base en los distintos casos de diseños, donde encontramos espesores de 15 y 18 cm en el diseño empleando geomallas y el diseño tradicional.

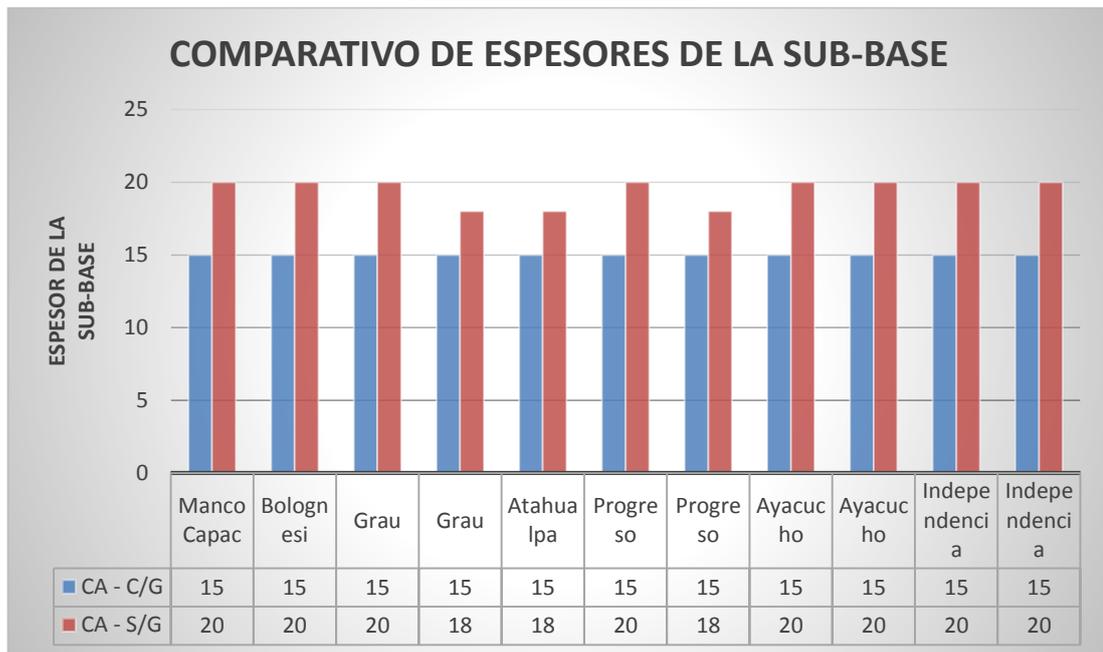
Cuadro 13. Comparativo de espesores de la sub-base – método tradicional vs método con geosintéticos tipo geomalla.

N°	JIRÓN	Espesores de la Sub-Base sin Geosintéticos tipo geomallas	Espesores de la Sub-Base con Geosintéticos tipo geomallas	Diferencia de Espesor de la Sub-Base
01	Manco Cápac	20.00	15.00	5.00
02	Bolognesi	20.00	15.00	5.00
03	Grau	20.00	15.00	5.00
04	Grau	18.00	15.00	3.00
05	Atahualpa	18.00	15.00	3.00
06	Progreso	20.00	15.00	5.00
07	Progreso	18.00	15.00	3.00
08	Ayacucho	20.00	15.00	5.00
09	Ayacucho	20.00	15.00	5.00
10	Independencia	20.00	15.00	5.00
11	Independencia	20.00	15.00	5.00

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro N°13 apreciamos los espesores finales de la sub-base para cada caso de diseño, en donde encontramos que el dimensionamiento del espesor de la sub-base con la inclusión de la geomalla Tipo B P-B12 (30 KN/m), no se ve afectada con respecto al dimensionamiento por el método tradicional (sin geomalla).

Gráfico 4. Comparativo de los espesores de la sub-base.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico N°04, podemos apreciar los comparativos de los espesores de la sub-base en los distintos casos de diseños, donde encontramos espesores de 15 cm en el diseño empleando geomallas y el de 20 y 18 cm en diseño tradicional, por lo que se logra disminuir el espesor entre 3 y 5 cm.

5.1.2. Comparación económica

La evaluación económica se realiza tomando en cuenta, por un lado, los precios unitarios involucrados en las dos alternativas planteadas (con y sin geomalla).

Cuadro 14. Costo del pavimento flexible sin la utilización de los geosintéticos tipo geomallas.

JIRÓN	Costo unitario (S/. * m2)			Metrado (m ²)	Costo (S/.)		
	C.A.	B	SB		Carpeta asfáltica	Base	Sub -base
Manco Cápac	68.55	20.18	13.45	19,762.17	1'354,696.75	398,800.59	265,801.19
Bolognesi							
Grau							
Grau							
Atahualpa							
Progreso							
Progreso							
Ayacucho							
Ayacucho							
Independencia							
Independencia							
TOTAL							

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 15. Costo del pavimento flexible con la utilización de los geosintéticos tipo geomallas.

JIRÓN	Costo unitario (S/. * m2)			Metrado (m ²)	Costo (S/.)		
	C.A.	B	SB-G		Carpeta asfáltica	Base	Sub -base
Manco Cápac	68.55	20.18	53.95	19,762.17	1'354,696.75	398,800.59	1'066,169.07
Bolognesi							
Grau							
Grau							
Atahualpa							
Progreso							
Progreso							
Ayacucho							
Ayacucho							
Independencia							
Independencia							
TOTAL							

Fuente: Elaboración Propia.

De los cuadros N°14 y 15, se pueden apreciar los costos que significa la construcción del pavimento flexible con y sin la inclusión de la geomalla tipo B P-BX12 (30 KN/m), para el caso del pavimento flexible (carpeta asfáltica, base y sub base) para un metrado de 19,762.17 m² tiene un costo total de S/. 2'019,298.53, para el mismo metrado con la inclusión de la geomalla tipo B P-BX12 (30 KN/m tiene un costo total de S/. 2'819,666.41, por lo que el pavimento flexible con la inclusión de la geomalla tiene un costo adicional de S/. 800,367.88.

CONCLUSIONES

1. Del dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible, se logró determinar que el geosintético tipo geomalla o B P-BX12 (30 KN/m) influye en la reducción del espesor de la capa diseñada entre 3 a 5 cm.
2. El geosintético tipo geomalla B P-BX12 (30 KN/m) no influyo en el dimensionamiento del espesor de la carpeta asfáltica, de los resultados mostrados el espesor calculado mediante el método tradicional y método con geomalla fue de 5 cm en ambos casos.
3. El geosintético tipo geomalla B P-BX12 (30 KN/m) no influyo en el dimensionamiento del espesor de la base, de los resultados mostrados el espesor calculado mediante el método tradicional y método con geomalla fue de 15 y 18 cm en ambos casos.
4. El geosintético tipo geomalla B P-BX12 (30 KN/m) tuvo influencia en el dimensionamiento del espesor de la sub-base, de los resultados mostrados el espesor calculado mediante el método tradicional fue de 18 y 20 cm y mediante el método con geomalla fue de 15 cm, por lo que se tuvo una reducción de 3 y 5cm de espesor.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el dimensionamiento de espesores de las capas del pavimento flexible con la inclusión del geosintético en cada una de las capas y por separado.
2. Se recomienda realizar el dimensionamiento de espesor de la carpeta asfáltica con la inclusión del geosintético únicamente para la carpeta asfáltica, teniendo en cuenta las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica.
3. Se recomienda realizar el dimensionamiento de espesor de la base con la inclusión del geosintético únicamente para la base, teniendo en cuenta las propiedades físico mecánicas del material granular a emplear.
4. Se recomienda realizar el dimensionamiento de espesor de la sub-base con la inclusión del geosintético únicamente para la sub-base, teniendo en cuenta las propiedades físico mecánicas del material granular a emplear.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Alvarado Amado, M (2009). Estado del Arte de los Geosintéticos Para el Diseño de Obras Civiles. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo-Venezuela.
- Arturo Beltrán, B. (2013). Ventajas de la Utilización de Geosintéticos Para el Refuerzo de Pavimento en la Carretera 7 Estación Transmilenio Museo Nacional. Tesis Para Obtener el Título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá-Colombia.
- Carrasco Díaz, S. (2007). Metodología de la Investigación Científica. Perú: Editorial San Marcos.
- Chancasanampa Pacheco, P. (2013). Diseño y Aplicación de Geotextiles y Geomembranas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.
- Fiorini García, A. (2007). Aplicación de Geosintéticos en la Construcción de Carreteras. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. La Asunción-Guatemala.
- Geosistemas Pavco de Mexichem. (2009). Manual de Diseño con Geosintéticos. Bogotá D.C. - Colombia: Publicaciones Zetta Comunicadores S.A.
- Ministerio de Transportes Y Comunicaciones (2014). Decreto Supremo N.º 010-2014-MTC: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".
- Menéndez Acurio, J. R. (2009). Ingeniería de Pavimentos - Materiales, Diseño y Conservación. Lima: Fondo Editorial ICG.
- Minaya Gonzales, S. y Ordoñez Huamán, A. (2006). Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos. Lima: Fondo Editorial ICG.
- Montejo Fonseca, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos Para Carreteras. Bogotá: Stella Valbuena de Fierro.
- Norma CE-010 (2010). Pavimentos Urbanos. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima-Perú.

- Silva Arce, M. (2016). Mejoramiento de la Sub Rasante con Geomallas Multiaxiales Tipo TX140 y TX160, Aplicado a un Tramo de la Calle Alemania – La Molina – Cajamarca 2016. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú.
- Taipe Sarmiento, W. y Tovar Choccelahua, E. (2012). Comportamiento del Pavimento Flexible con el Uso de Geomalla en el Distrito de Lircay Km 00+010 Camino a Ocopa, Departamento de Huancavelica. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Huancavelica-Perú.
- Tingal Huatay, W. (2013). Comparación Entre el Diseño de Pavimento Tradicional (AASTHO) y el Diseño con Geomalla en la Pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú.
- UMMS (2014). Manual Completo Diseño de Pavimentos. Bogotá-Colombia.

ANEXOS

- Matriz de Consistencia.
- Cuadro de Operacionalización de Variables.
- Estudio de tráfico.
- Instrumento de Recopilación de Datos.
- Resultado de Ensayo de Laboratorio.
- Certificados de calibración de Instrumentos de Laboratorio.
- Planos.
- Otros

MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL OBJETIVO	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL. ¿Cómo influye los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible en las calles del centro de Huamalí, Jauja, Junín - 2017?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS.</p> <p>A. ¿Cómo influye los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la sub base del pavimento?</p> <p>B. ¿Cómo influye los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la base del pavimento?</p> <p>C. ¿Cómo influye los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del pavimento flexible en las calles del centro de Huamalí, Jauja, Junín – 2017 <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</p> <p>A. Establecer la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la sub base del pavimento flexible.</p> <p>B. Determinar la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la base del pavimento flexible.</p> <p>C. Determinar la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento del espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible, Huamalí 2017.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento reduce los espesores de las capas del pavimento flexible en las calles del centro de Huamalí, Jauja, Junín. <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <p>A. La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento reduce el espesor de la sub base del pavimento flexible.</p> <p>B. La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento reduce el espesor de la base del pavimento flexible.</p> <p>C. La aplicación de los geosintéticos en el dimensionamiento reduce el espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los geosinteticos. <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espesores de las capas del pavimento flexible. 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada.</p> <p>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN Descriptivo - Explicativo.</p> <p>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN Deductivo.</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN No experimental transversal explicativo</p> <p>POBLACIÓN Para el siguiente estudio se considerarán como población la zona urbana del distrito de Huamalí, que suman en su totalidad 31 cuadras que hacen más o menos 7.5 km.</p> <p>MUESTRA Para nuestro caso la muestra comprende 7 vías locales conformado de la siguiente manera: 03 tramos en el Jr. Manco Cápac, 03 tramos en el Jr. Bolognesi, 05 tramos en el Jr. Grau, 05 tramos en el Jr. Independencia, 04 tramos en el Jr. Ayacucho, 05 tramos en el Jr. Progreso y 02 tramos en el Jr. Atahualpa, que suman en total 27 tramos con un promedio de 3.4 Km.</p>

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Los geosintéticos	Los geosintéticos son un producto en el que, por lo menos, uno de sus componentes es una base de polímero sintético o natural, y se presenta en forma de filtro, manto, lámina o estructura tridimensional, usada en contacto con el suelo o con otros materiales dentro del campo de la geotecnia o de la Ingeniería Civil.	Propiedades Físico Mecánicas	Resistencia (Kg/cm ³)
Espesores de las capas del pavimento flexible.	El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub rasante del camino. Por lo general está conformado por las siguientes capas; Base, sub-base y capa de rodadura	<ul style="list-style-type: none"> • Sub Base • Base • Carpeta Asfáltica 	<ul style="list-style-type: none"> • Espesor (cm)

CALCULO DE ESTUDIO DE TRAFICO

DETERMINACIÓN DEL ESAL (EJES EQUIVALENTES)
 TRAMOS - JIRONES: MANCO CAPAC, BOLOGNESI, GRAU, ATAHUALPA, PROGRESO, AYACUCHO, INDEPENDENCIA
 TESIS: INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

1. RESUMEN DE AFORO DEL TRAFICO

Medio de Transporte	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total	%
Vehículos Ligeros (V.L.)									
Automóviles	67	75	48	31	68	48	84	421	66%
Camionetas	21	23	10	14	10	8	16	102	16%
Micros	-	-	-	-	1	-	-	1	0%
Total de V.L.	88.00	98.00	58.00	45.00	79.00	56.00	100.00	524.00	82%
Vehículos Pesados (V.P.)									
Omnibus 2 Ejes	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	10.00	2%
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	1.00	-	3.00	4.00	1%
Camión 2 Ejes	5.00	3.00	4.00	6.00	6.00	3.00	3.00	30.00	5%
Camión 3 Ejes	4.00	5.00	3.00	4.00	7.00	6.00	7.00	36.00	6%
Camión 4Ejes	4.00	-	-	-	-	-	-	4.00	1%
Semi traylor 2S1/2S2	2.00	-	-	-	-	1.00	-	3.00	0%
Semi traylor 2S3	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0%
Traylor>=3T3	-	-	-	-	-	-	29.00	29.00	5%
Total de V.P.	18.00	10.00	8.00	11.00	15.00	12.00	43.00	117.00	0.18
Total de Vehículos	106.00	108.00	66.00	56.00	94.00	68.00	143.00	641.00	100%

Vehículos Ligeros	→	524.00	82%
Vehículos Pesados	→	117.00	0.18
Total de Vehículos	→	641.00	100%

2. TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL (TMDS)

Se obtiene a través de la siguiente relación

$$TMDS = \frac{TS}{7}$$

TMDS: Tránsito Medio Diario Semanal
 TS: Tránsito durante una semana

En función a esta relación, en el siguiente cuadro se indica el TMDS correspondiente a los diferentes tramos del proyecto

Tránsito Diario (TD I)								TMDS
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total	
106.00	108.00	66.00	56.00	94.00	68.00	143.00	641.00	92.00

3. FACTOR DE CORRECCIÓN DIARIA

$$Factor\ Diario = FD = \frac{1}{\frac{TD}{TMDS}}$$

Factor de Corrección Diaria (FD)								
DIA	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
TDI	106.00	108.00	66.00	56.00	94.00	68.00	143.00	641.00
$\frac{TD}{TMDS}$	1.152173913	1.173913043	0.717391304	0.608695652	1.02173913	0.739130435	1.554347826	
FD	0.867924528	0.851851852	1.393939394	1.642857143	0.978723404	1.352941176	0.643356643	

4. TRANSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (Corregido):

Medio de Transporte	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
Vehículos Ligeros (V.L.)								
Automóviles	58.15	63.89	66.91	50.93	66.55	64.94	54.04	425
Camionetas	18.23	19.59	13.94	23.00	9.79	10.82	10.29	106
Micros	-	-	-	-	0.98	-	-	1
Total de V.L.	76.38	83.48	80.85	73.93	77.32	75.76	64.34	532.06
Vehículos Pesados (V.P.)								
Omnibus 2 Ejes	1.74	1.70	1.39	1.64	0.98	2.71	1.35	11.51
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	0.98	-	4.06	5.04
Camión 2 Ejes	4.34	2.56	5.58	9.86	5.87	4.06	1.93	34.19
Camión 3 Ejes	3.47	4.26	4.18	6.57	6.85	8.12	4.50	37.96
Camión 4Ejes	3.47	-	-	-	-	-	-	3.47
Semi traylor 2S1/2S2	1.74	-	-	-	-	1.35	-	3.09
Semi traylor 2S3	0.87	-	-	-	-	-	-	0.87
Traylor>=3T3	-	-	-	-	-	-	18.66	18.66
Total de V.P.	15.62	8.52	11.15	18.07	14.68	16.24	30.50	114.78
Total de Vehículos	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	94.84	646.84

5. FACTOR DE AJUSTE ESTACIONAL

Me Generado	Noviembre
Estación	Buenos aires
Factor de Ajuste Estacional	1.065

Medio de Transporte	Total	Total Corregido
Vehículos Ligeros (V.L.)		
Automóviles	421	448.37
Camionetas	102.00	106.63
Micros	1.00	1.07
Total de V.L.	524.00	558.06
Vehículos Pesados (V.P.)		
Omnibus 2 Ejes	10.00	10.65
Omnibus 3 Ejes	4.00	4.26
Camión 2 Ejes	30.00	31.95
Camión 3 Ejes	36.00	38.34
Camión 4Ejes	4.00	4.26
Semi traylor 2S1/2S2	3.00	3.20
Semi traylor 2S3	1.00	1.07
Traylor>=3T3	29.00	30.89
Total de V.P.	117.00	124.61
Total de Vehículos	641.00	682.67

El Tránsito Medio Diario Semanal (Corregido):

97.52 Veh/día

6. INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

Medio de Transporte	Aforo Vehicular	Tránsito Desviado	Tránsito Generado	IMD	IMDA
Vehículos Ligeros (V.L.)					
Automóviles	448.00	-	-	64.00	23,360.00
Camionetas	109.00	-	-	16.00	5,840.00
Micros / Combis	1.00	-	-	-	-
Total de V.L.	558.00	-	-	80.00	29,200.00
Vehículos Pesados (V.P.)					
Omnibus 2 Ejes	11.00	-	-	2.00	730.00
Omnibus 3 Ejes	4.00	-	-	1.00	365.00
Camión 2 Ejes	32.00	-	-	5.00	1,825.00
Camión 3 Ejes	38.00	-	-	5.00	1,825.00
Camión 4 Ejes	4.00	-	-	1.00	365.00
Semi trayler 2S1/2S2	3.00	-	-	-	-
Semi trayler 2S3	1.00	-	-	-	-
Trayler >= 3T3	31.00	-	-	4.00	1,460.00
Total de V.P.	124.00	-	-	14.00	5,110.00
Total de Vehículos	682.00	-	-	94.00	34,310.00

7. TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR (Kr)

Plantearmos las relaciones entre las tasas de crecimiento anual del tráfico y las tasas de crecimiento de las variables explicativas de población y PBI.

- r_{vp} = Tasa de Crecimiento Anual de Vehículos de Pasajeros
- r_{vc} = Tasa de Crecimiento Anual de Vehículos de Carga
- r_{pob} = Tasa de Crecimiento Anual de la Población en el Área de Influencia
- r_{pbi} = Tasa de Crecimiento Anual del PBI de la Región

Según el INEI, el resultado de los Censos Nacionales "X" de población, "V" de vivienda del departamento de Junín, arroja una tasa de crecimiento proyectado para el año 2010-2015

$$r_{(V.L.)} = r_{(pob)}$$

$$r_{vp} = r_{pob} = 0.9 \%$$

Según el INEI - Dirección de Cuentas Nacionales se obtuvo un PBI referencial de 3.7%, la cual representará el crecimiento de vehículos pesados

$$r_{(V.P.)} = r_{(PBI)}$$

$$r_{vc} = r_{pbi} = 3.7 \%$$

Con estas Consideraciones, tenemos:

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

- Periodo de Diseño (n) = 20 años
- Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos - $K_{r(V.L.)}$: 21.80597606
- Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados - $K_{r(V.P.)}$: 28.86803002

8. FACTOR DE AJUSTE DE PRESIÓN (Fp):

Se tendrá las siguientes consideraciones

- Factor de Ajuste de Presión para un Camión (C) = 0.1416
- Factor de Ajuste de Presión para un Semi Remolque (TS) = 0.0864
- Factor de Ajuste de Presión para un Remolque (R) = 0.0955
- Factor de Ajuste de Presión para un Buss (B) = 0.3333

Medio de Transporte	Long. Máx. (m)	E. S. Delantero	Eje Simple Posterior			Eje Tandem		Eje Tridem	Total
			1er Eje	2do Eje	3er Eje	1er Eje	2do Eje		
			N° Ruedas	N° Ruedas	N° Ruedas	N° Ruedas	N° Ruedas		
Vehículos Ligeros (V.L.)									
Automóviles		-	-	-	-	-	-	-	-
Camionetas		-	-	-	-	-	-	-	-
Micros / Combis		-	-	-	-	-	-	-	-
Vehículos Pesados (V.P.)									
Omnibus 2 Ejes	13.20	2.00	4.00	-	-	-	-	-	6.00
Omnibus 3 Ejes	14.00	2.00	-	-	-	6.00	-	-	8.00
Camión 2 Ejes	12.30	2.00	4.00	-	-	-	-	-	6.00
Camión 3 Ejes	13.20	2.00	-	-	-	8.00	-	-	10.00
Camión 4 Ejes	13.20	2.00	-	-	-	-	-	10.00	12.00
Semi trayler 2S1/2S2	20.50	2.00	-	-	-	-	-	12.00	14.00
Semi trayler 2S3	20.50	2.00	-	-	-	-	-	12.00	14.00
Trayler >= 3T3	20.50	2.00	-	-	-	-	-	12.00	14.00

Medio de Transporte	Long. Máx. (m)	E. S. Delantero	Eje Simple Posterior			Eje Tandem		Eje Tridem	Total
			1er Eje	2do Eje	3er Eje	1er Eje	2do Eje		
			N° Ruedas	N° Ruedas	N° Ruedas	N° Ruedas	N° Ruedas		
Vehículos Ligeros (V.L.)									
Automóviles		-	-	-	-	-	-	-	-
Camionetas		-	-	-	-	-	-	-	-
Micros / Combis		-	-	-	-	-	-	-	-
Vehículos Pesados (V.P.)									
Omnibus 2 Ejes	4.3996	0.6666	1.3332	-	-	-	-	-	1.9998
Omnibus 3 Ejes	4.6662	0.6666	-	-	-	1.9998	-	-	2.6664
Camión 2 Ejes	1.7417	0.2832	0.5664	-	-	-	-	-	0.8496
Camión 3 Ejes	1.8691	0.2832	-	-	-	1.1328	-	-	1.4160
Camión 4 Ejes	1.8691	0.2832	-	-	-	-	-	1.4160	1.6992
Semi trayler 2S1/2S2	2.9028	0.2832	-	-	-	-	-	1.6992	1.9824
Semi trayler 2S3	2.9028	0.2832	-	-	-	-	-	1.6992	1.9824
Trayler >= 3T3	2.9028	0.2832	-	-	-	-	-	1.6992	1.9824

9. EJE EQUIVALENTE (EE)

Medio de Transporte	Long. Máx. (m)	E. S. Delantero	Eje Simple Posterior			Eje Tandem		Eje Tridem
			1er Eje	2do Eje	3er Eje	1er Eje	2do Eje	
			Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	
Vehículos Ligeros (V.L.)								
Automóviles								-
Camionetas								-
Micros / Combis								-
Vehículos Pesados (V.P.)								
Omnibus 2 Ejes	13.20	7.00	11.00	-	-	-	-	-
Omnibus 3 Ejes	14.00	7.00	-	-	-	16.00	-	-
Camión 2 Ejes	12.30	7.00	11.00	-	-	-	-	-
Camión 3 Ejes	13.20	7.00	-	-	-	18.00	-	-
Camión 4 Ejes	13.20	7.00	-	-	-	-	-	23.00
Semi trayer 2S1/2S2	20.50	7.00						23.00
Semi trayer 2S3	20.50	7.00						23.00
Trayer >= 3T3	20.50	7.00						25.00
		$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$		$\left(\frac{P}{8.2}\right)^4$		$\left(\frac{P}{15.1}\right)^4$		$\left(\frac{P}{22.9}\right)^4$

Medio de Transporte	Long. Máx. (m)	E. S. Delantero	Eje Simple Posterior			Eje Tandem		Eje Tridem	Total
			1er Eje	2do Eje	3er Eje	1er Eje	2do Eje		
			Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max		
Vehículos Ligeros (V.L.)									
Automóviles		-	-	-	-	-	-	-	
Camionetas		-	-	-	-	-	-	-	
Micros / Combis		-	-	-	-	-	-	-	
Vehículos Pesados (V.P.)									
Omnibus 2 Ejes	13.20	1,2654	3,2383	-	-	-	-	4,5037	
Omnibus 3 Ejes	14.00	1,2654	-	-	-	1,2606	-	2,5260	
Camión 2 Ejes	12.30	1,2654	3,2383	-	-	-	-	4,5037	
Camión 3 Ejes	13.20	1,2654	-	-	-	2,0192	-	3,2846	
Camión 4 Ejes	13.20	1,2654	-	-	-	-	-	1,0176	
Semi trayer 2S1/2S2	20.50	1,2654	-	-	-	-	-	1,0176	
Semi trayer 2S3	20.50	1,2654	-	-	-	-	-	1,0176	
Trayer >= 3T3	20.50	1,2654	-	-	-	-	-	1,4204	

Medio de Transporte	IMDA	Eje Equivalente	Tasa Crecimiento Kr	Factor Presión Kp	ESAL
Vehículos Ligeros (V.L.)					
Automóviles	23,360.00	0.0001	21,8060	1.0000	50.94
Camionetas	5,840.00	0.0001	21,8060	1.0000	12.73
Micros / Combis	-	0.0001	21,8060	1.0000	-
Vehículos Pesados (V.P.)					
Omnibus 2 Ejes	730.00	4,5037	28,8680	1,9998	196,616.24
Omnibus 3 Ejes	365.00	2,5260	28,8680	2,6664	77,785.91
Camión 2 Ejes	1,825.00	4,5037	28,8680	0,8496	208,403.87
Camión 3 Ejes	1,825.00	3,2846	28,8680	1,4160	251,850.46
Camión 4 Ejes	365.00	2,2829	28,8680	1,6992	40,874.33
Semi trayer 2S1/2S2	-	2,2829	28,8680	1,9824	-
Semi trayer 2S3	-	2,2829	28,8680	1,9824	-
Trayer >= 3T3	1,460.00	2,6858	28,8680	1,9824	224,405.51
DETERMINACIÓN DEL ESAL					1,000,000.00

10. FACTOR DE DIRECCIÓN (FD)

El criterio adoptado para este factor se debe a que la vía tiene un ancho de 6.20m, en donde los vehículos aforados son en ambos sentidos

Factor de Dirección (FD)

0.50

11. FACTOR DE CARRIL (FC)

Se tendrá las siguientes consideraciones

Factor Carril (FC)

1.00

N° de Carriles en una Sola Dirección	% de ESAL en el Carril de Diseño
1	100
2	80 A 100
3	60 A 80
4	50 A 75

12. CÁLCULO DEL W18:

$$W_{18} = ESAL \times FC \times FD$$

W18: Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2t en el periodo de diseño.

W18:

500,000.00

5.00E+05

DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 1993

TESIS : Influencia de los Geosinteticos en el Dimensionamiento de los Espesores de las Capas del Pavimento Flexible.

CUADRA : Independencia

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	5.00E+05
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.1
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN ²)	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	8.47

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.61	-0.10914	5.70	5.62

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.44
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.12
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	2.61	2.64	5	15	20

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 01 - JIRON MANCO CAPAC

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	5.45

Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	18,0	cm	0,14	1,0
2	20,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,803
Espesor Granular Equivalente Hge:	41,0
Espesor Granular Reforzado Hre:	28,532
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,437
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida >= 90%:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	18,0	18,0	0,0
2	20,0	15,0	5,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 02 - BOLOGNESI

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	6.4

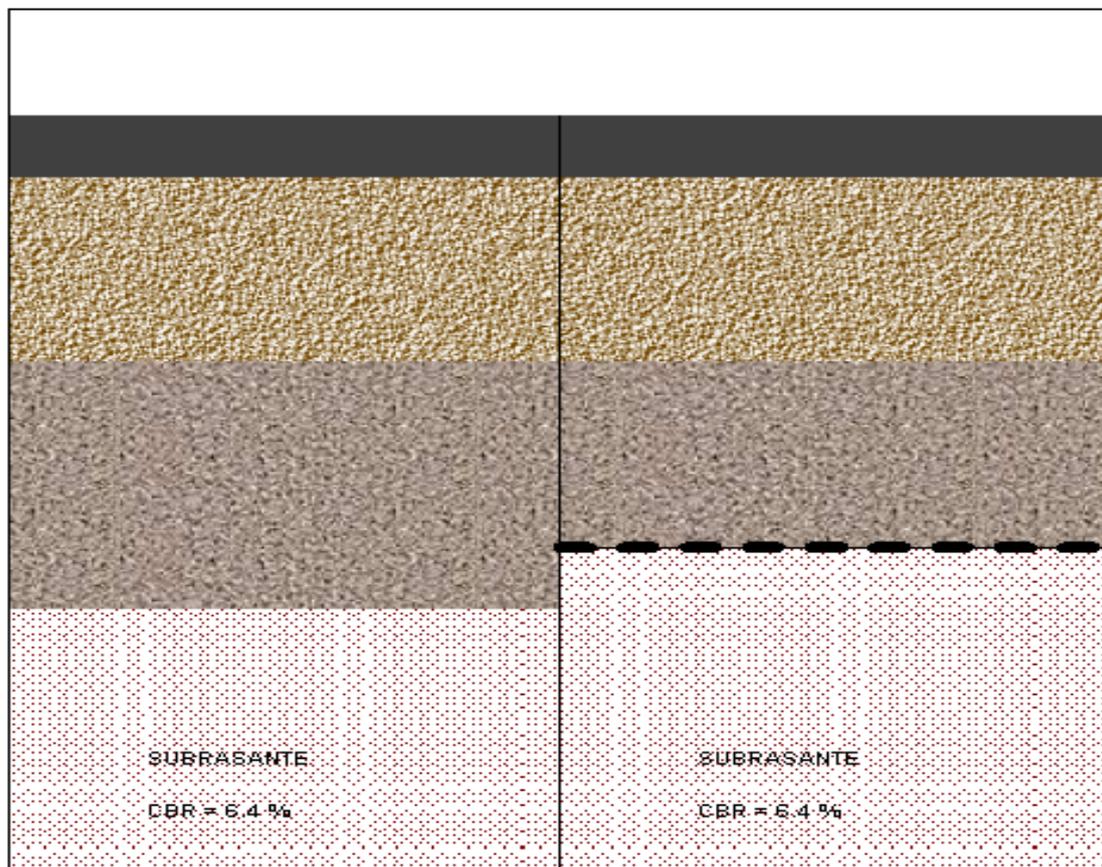
Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	15,0	cm	0,14	1,0
2	20,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,638
Espesor Granular Equivalente Hge:	37,5
Espesor Granular Reforzado Hre:	26,212
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,431
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	15,0	15,0	0,0
2	20,0	15,0	5,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 03 - JIRON GRAU

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	5.5

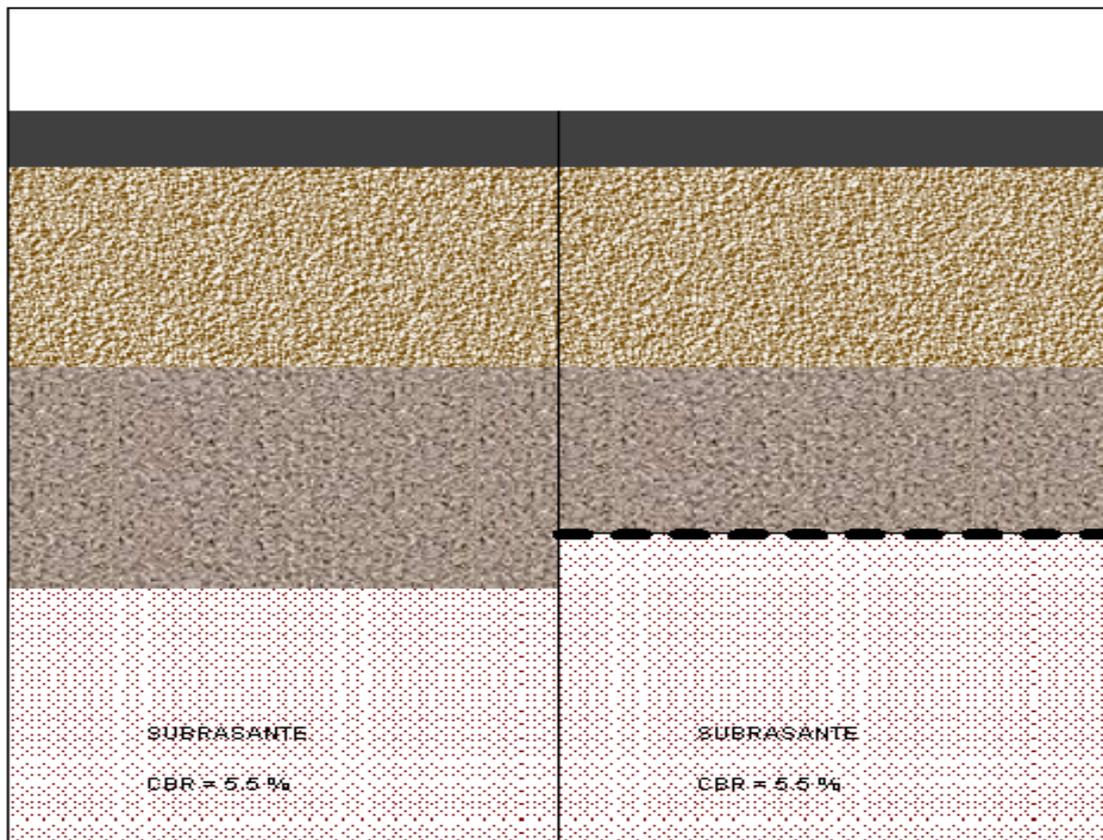
Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	18,0	cm	0,14	1,0
2	20,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,803
Espesor Granular Equivalente Hge:	41,0
Espesor Granular Reforzado Hre:	28,538
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,437
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	18,0	18,0	0,0
2	20,0	15,0	5,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 04 - JIRON GRAU

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	7.92

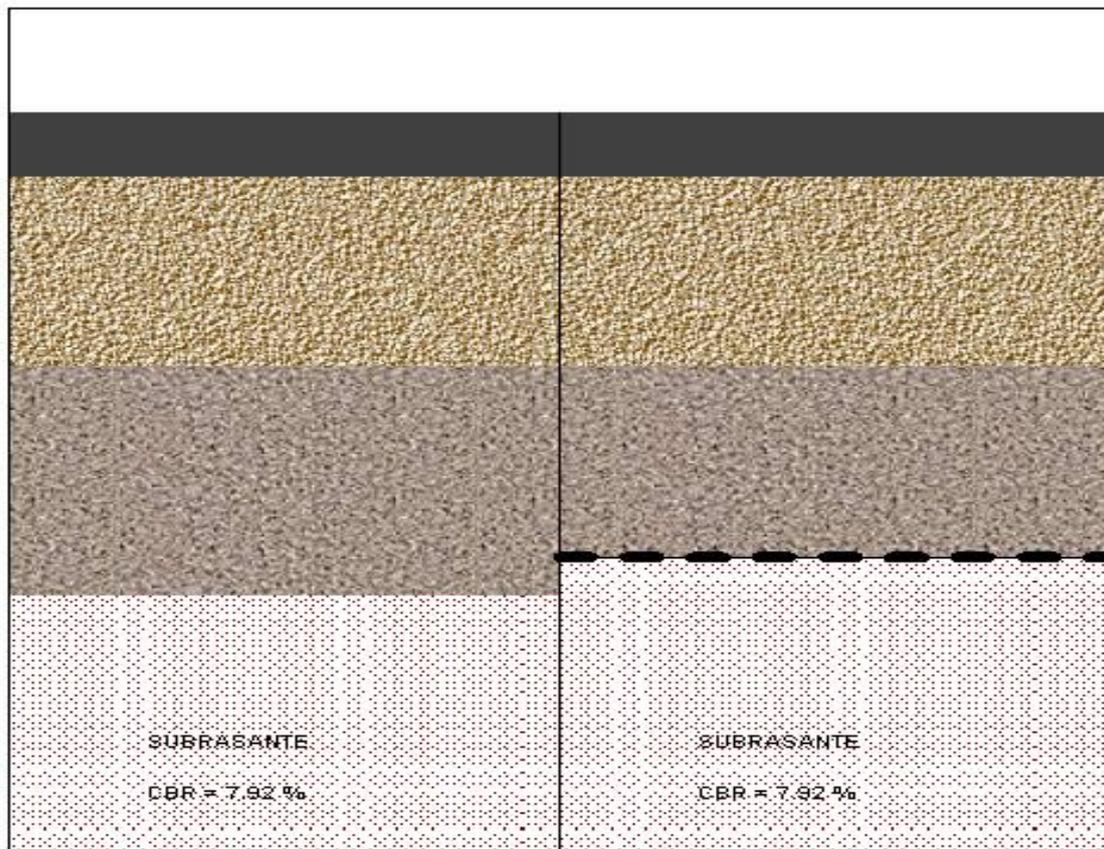
Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	15,0	cm	0,14	1,0
2	18,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,543
Espesor Granular Equivalente Hge:	35,5
Espesor Granular Reforzado Hre:	24,991
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,421
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	15,0	15,0	0,0
2	18,0	15,0	3,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 05 - JIRON ATAHUALPA

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	7.8

Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	15,0	cm	0,14	1,0
2	18,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,543
Espesor Granular Equivalente Hge:	35,5
Espesor Granular Reforzado Hre:	24,977
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,421
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	15,0	15,0	0,0
2	18,0	15,0	3,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAxIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 06 - JIRON PROGRESO

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	7.0

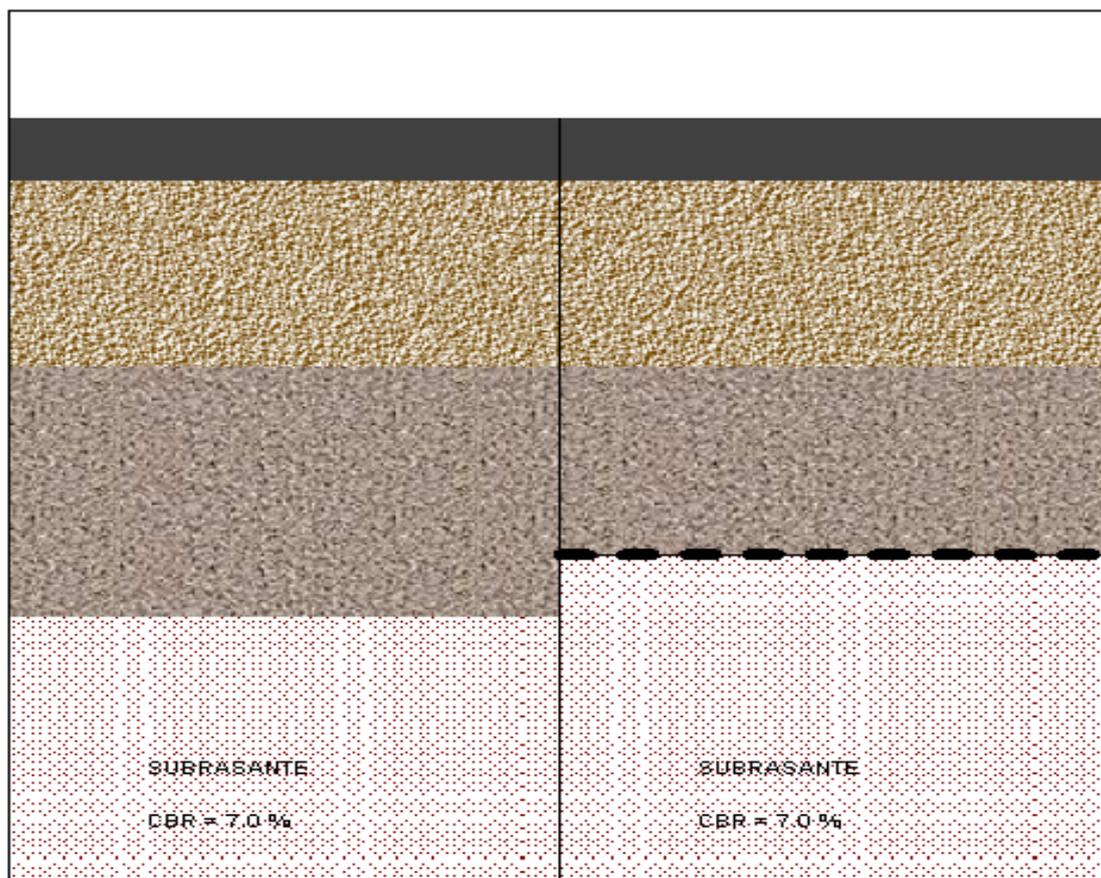
Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	15,0	cm	0,14	1,0
2	20,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,638
Espesor Granular Equivalente Hge:	37,5
Espesor Granular Reforzado Hre:	26,285
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,427
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	15,0	15,0	0,0
2	20,0	15,0	5,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 07 - JIRON PROGRESO

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	7.45

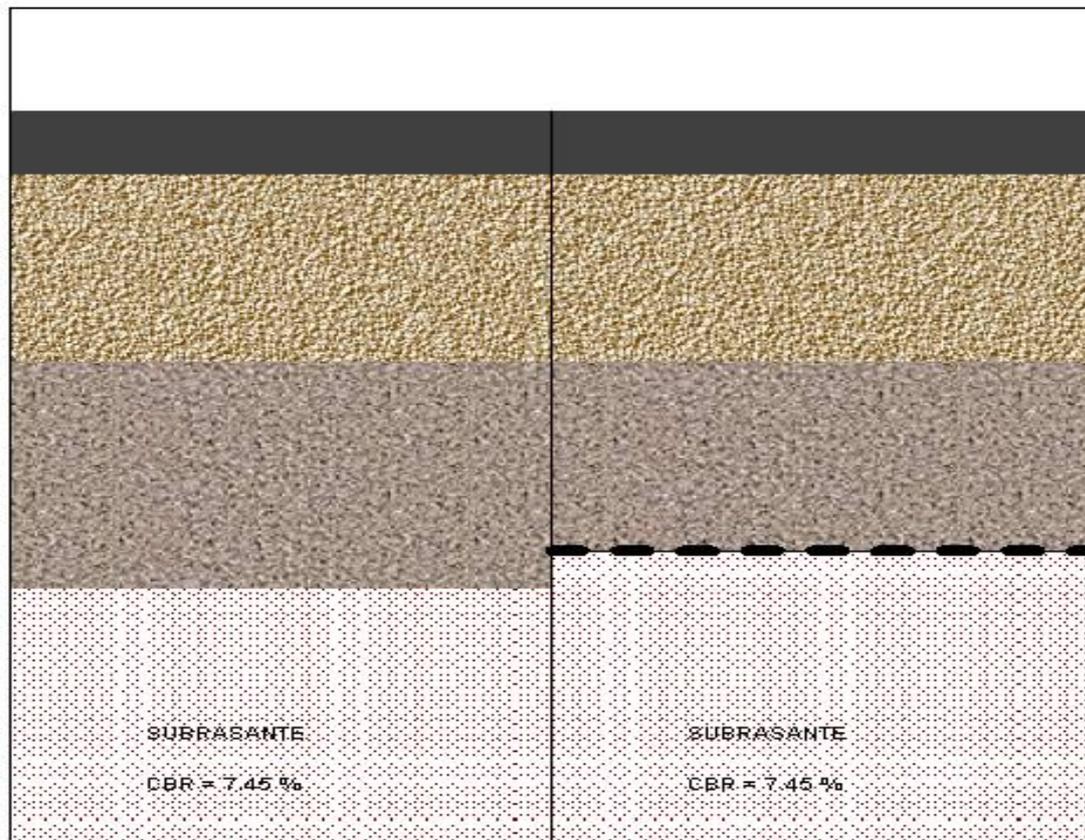
Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	15,0	cm	0,14	1,0
2	18,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,543
Espesor Granular Equivalente Hge:	35,5
Espesor Granular Reforzado Hre:	24,936
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,424
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	15,0	15,0	0,0
2	18,0	15,0	3,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 08 - JIRON AYACUCHO

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	6.65

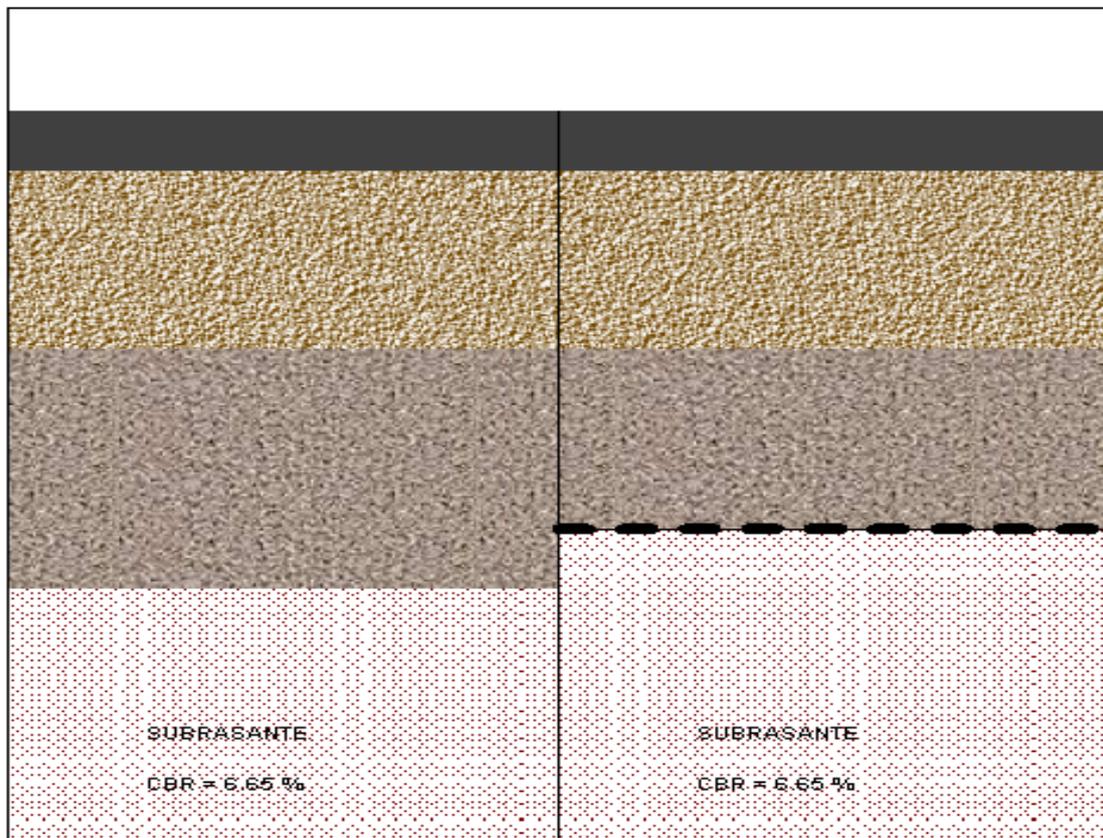
Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	15,0	cm	0,14	1,0
2	20,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,638
Espesor Granular Equivalente Hge:	37,5
Espesor Granular Reforzado Hre:	26,242
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,429
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	15,0	15,0	0,0
2	20,0	15,0	5,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAxIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 09 - JIRON AYACUCHO

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	7.1

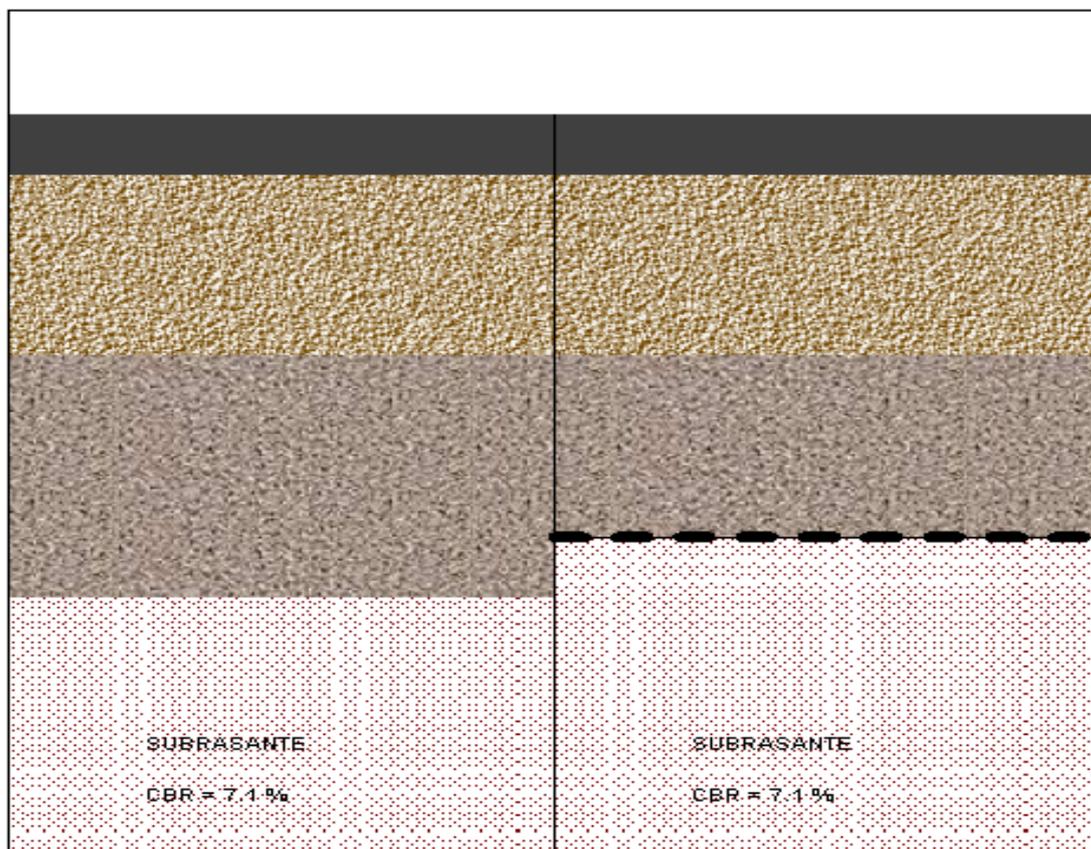
Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	15,0	cm	0,14	1,0
2	20,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,638
Espesor Granular Equivalente Hge:	37,5
Espesor Granular Reforzado Hre:	26,297
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,426
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	15,0	15,0	0,0
2	20,0	15,0	5,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 10 - JIRON INDEPENDENCIA

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	5.8

Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	18,0	cm	0,14	1,0
2	20,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Número Estructural SN:	2,803
Espesor Granular Equivalente Hge:	41,0
Espesor Granular Reforzado Hre:	28,578
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,435
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	18,0	18,0	0,0
2	20,0	15,0	5,0



Notas:

- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

REPORTE DE REFUERZO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EMPLEANDO GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Nombre de la Empresa:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Nombre del Diseñador:	MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS
Cargo del Diseñador:	TESISTA

País: PERU **Departamento:** JUNIN **Ciudad:** HUANCAYO
Otra Ubicación: 11 - JIRON INDEPENDENCIA

Descripción del Proyecto:
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PARÁMETROS DE ENTRADA

Espesor Carpeta Asfáltica:	5.0 cm
Coefficiente Estructural a1:	0.44
Tipo de Geomalla de Refuerzo:	TIPO B P-BX12 (30kN/m)
Número de Capas Granulares:	2
Demanda Tránsito W18:	0.0
CBR Subrasante (%):	6.5

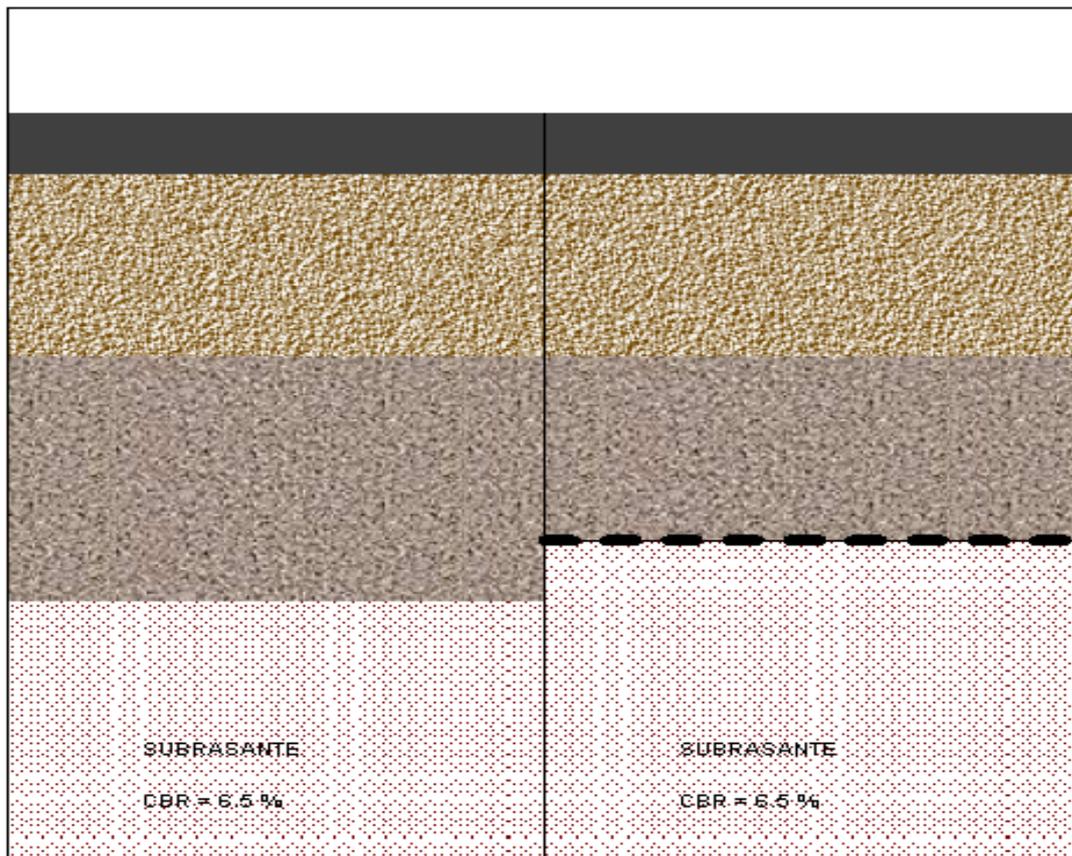
Capas Granulares

Capa	Di	Unidades Di	ai	mi
1	15,0	cm	0,14	1,0
2	20,0	cm	0,12	1,0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

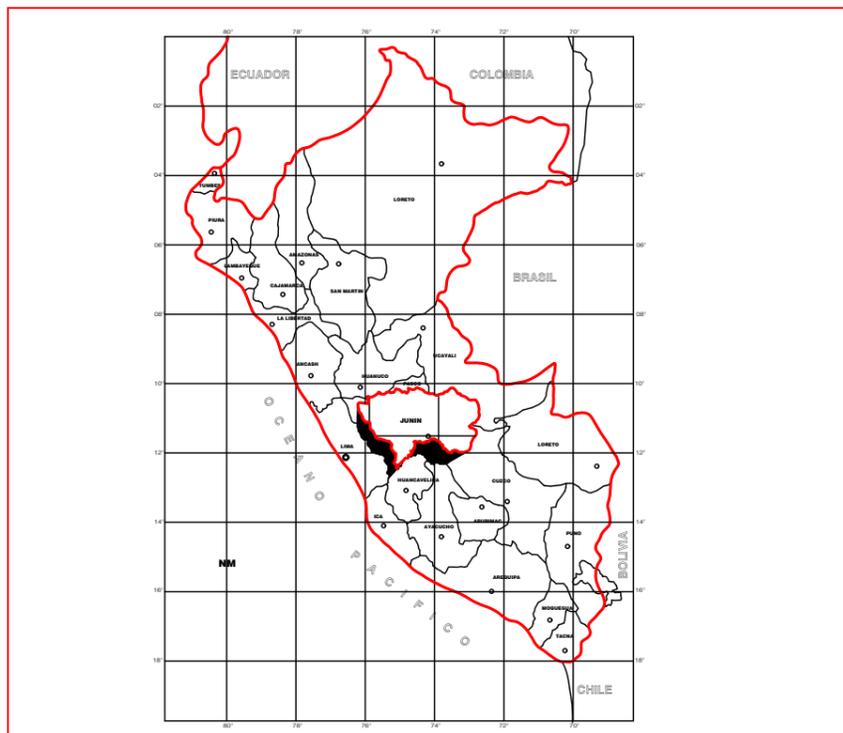
Número Estructural SN:	2,638
Espesor Granular Equivalente Hge:	37,5
Espesor Granular Reforzado Hre:	26,224
Layer Coefficient Ratio LCR:	1,43
Eficiencia en los Nodos Geomalla Biaxial Coextruida $\geq 90\%$:	OK

Tipo de Capa	Espesor Inicial [cm]	Espesor Nuevo [cm]	Reduccion Espesor [cm]
Carpeta Asfáltica	5,0	5,0	0,0
1	15,0	15,0	0,0
2	20,0	15,0	5,0

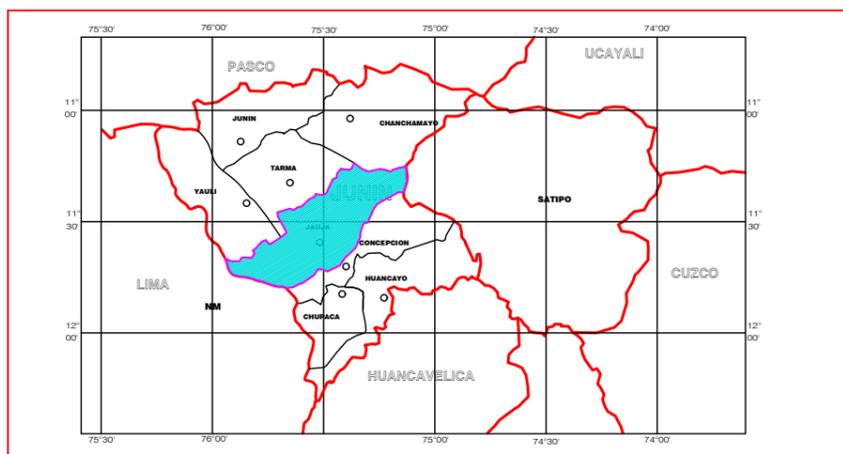


Notas:

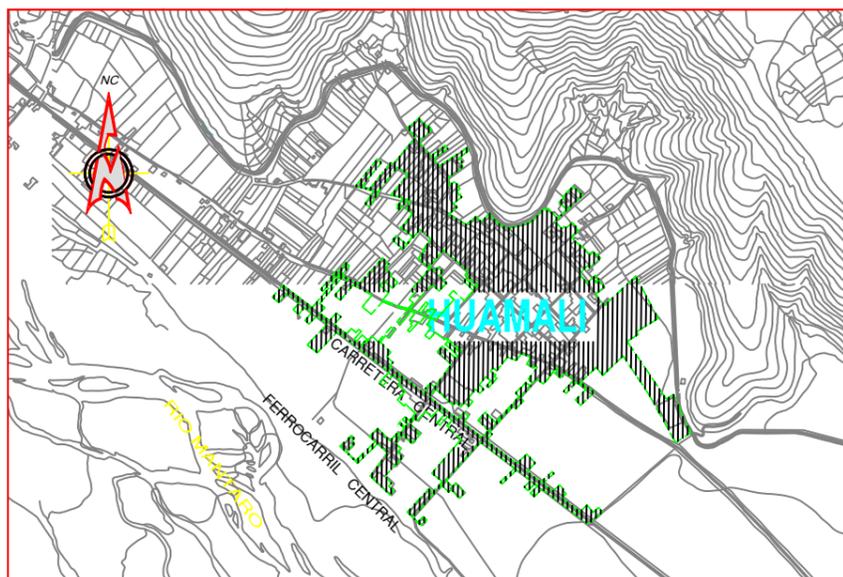
- Esquemáticamente se muestra la geomalla de refuerzo a nivel de subrasante. se debe garantizar la trabazón de agregados, por lo cual se recomienda que la geomalla biaxial coextruida este entre los granulares.
- Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.



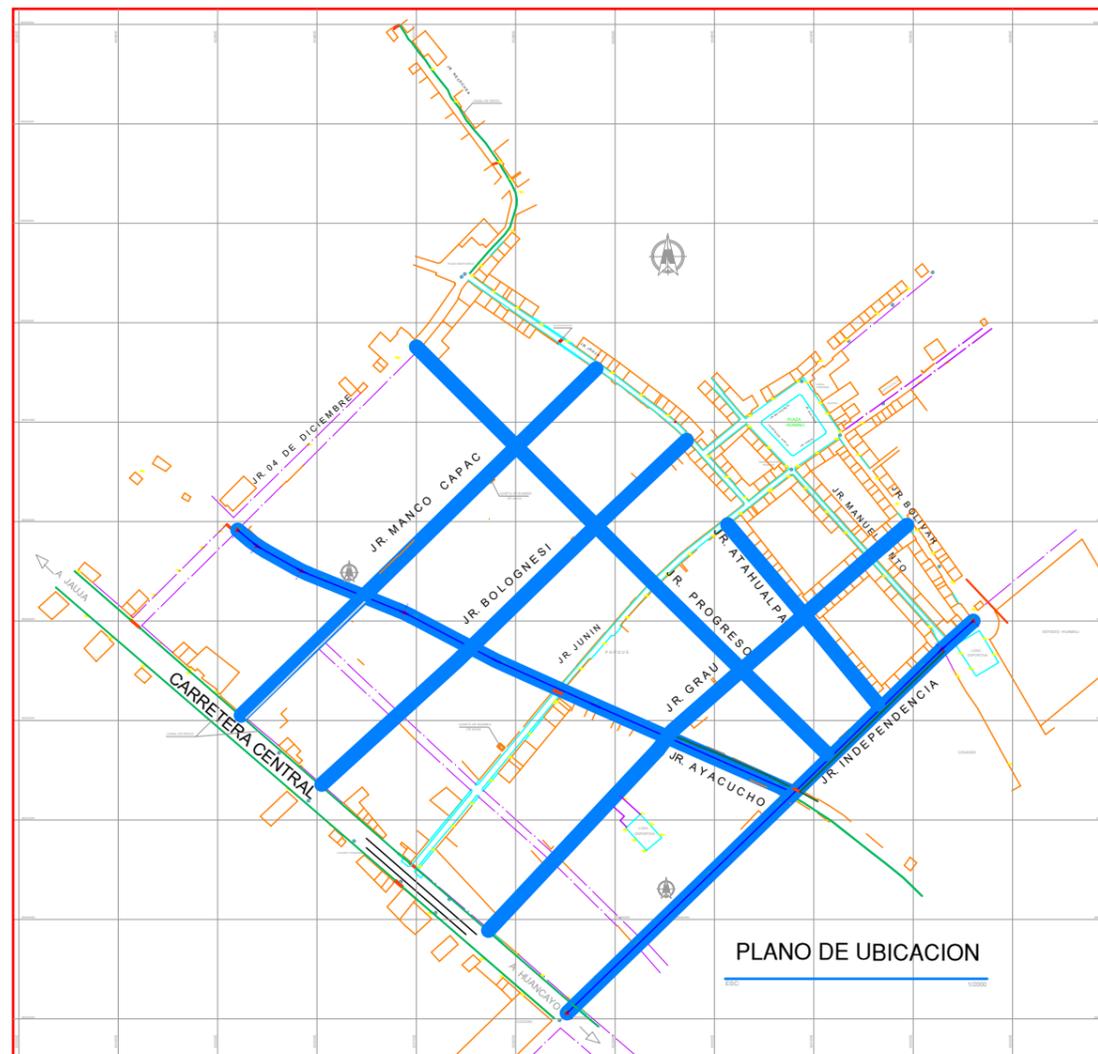
UBICACION NACIONAL



UBICACION EN LA REGION JUNIN (DEPARTAMENTAL)



LOCALIZACION



PLANO DE UBICACION

LEYENDA

JR. A INTERVENIR



TESIS:
INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.

TESISTA :
MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS

PLANO:
UBICACION - LOCALIZACION

J.R. MANCO CAPAC **DIBUJO:** **ESCALA:** 1/1000
J.R. BOLOGNESI CATAV **FECHA:** Noviembre 2017

LAMINA
UL-01

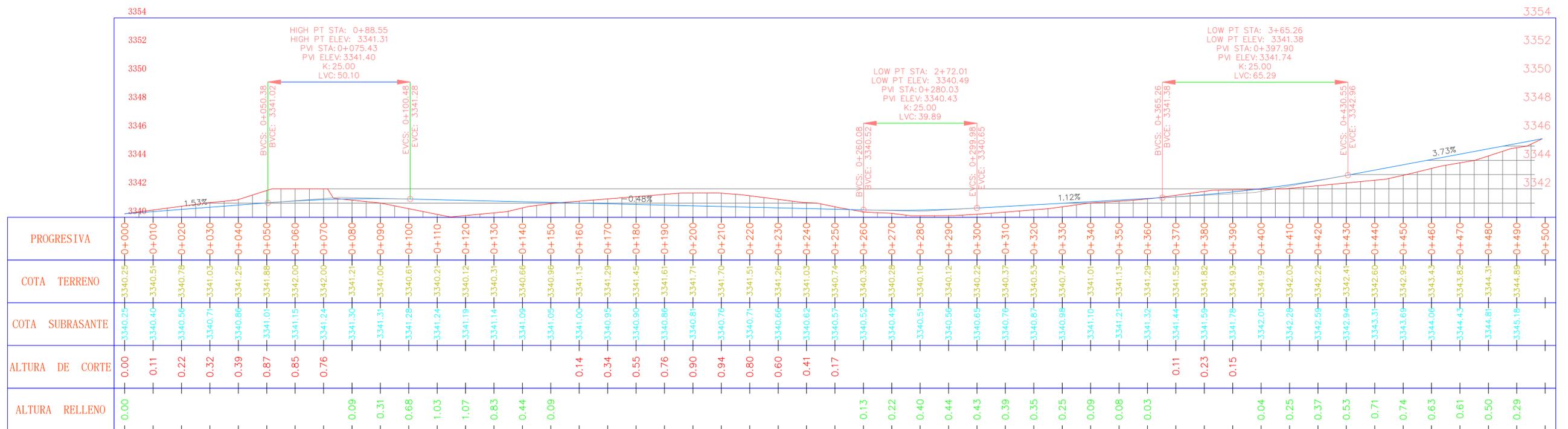
DEPARTAMENTO : JUNIN
 PROVINCIA : JAUJA
 DISTRITO : HUAMALI

Jr. MANCO CAPAC



PLANTA

Escala: 1/750



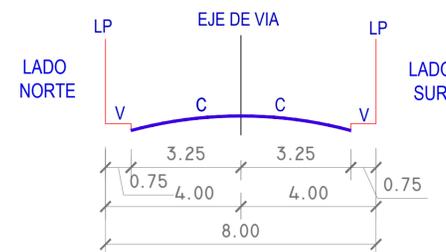
PERFIL

Escala: 1/750

METRADO

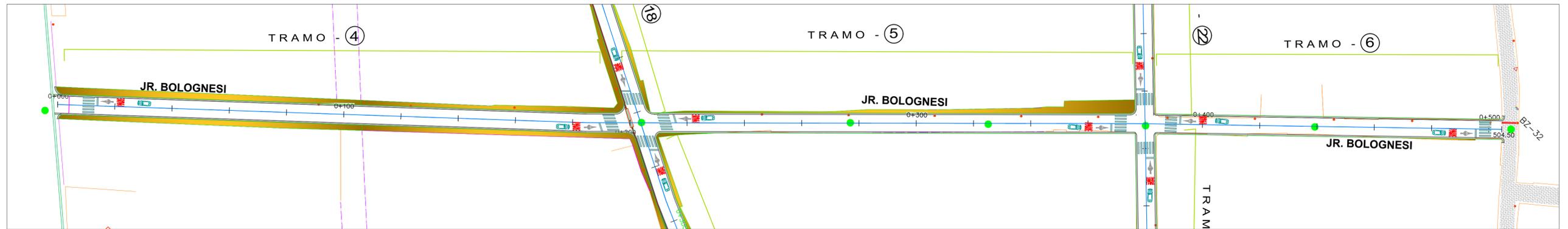
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA
TRAMO N°01	164.32 ML	164.32 ML
TRAMO N°02	213.41 ML	213.41 ML
TRAMO N°03	103.18 ML	103.18 ML

SECCION TIPICA



TESIS: INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		LAMINA PP-01
TESISTA: MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS		
PLANO: PLANTA - PERFIL	DEPARTAMENTO: JUNIN PROVINCIA: JAUJA DISTRITO: HUAMALI	
J.R. MANCO CAPAC	DIBUJO: MAGR ESCALA: 1/750 FECHA: Diciembre 2018	

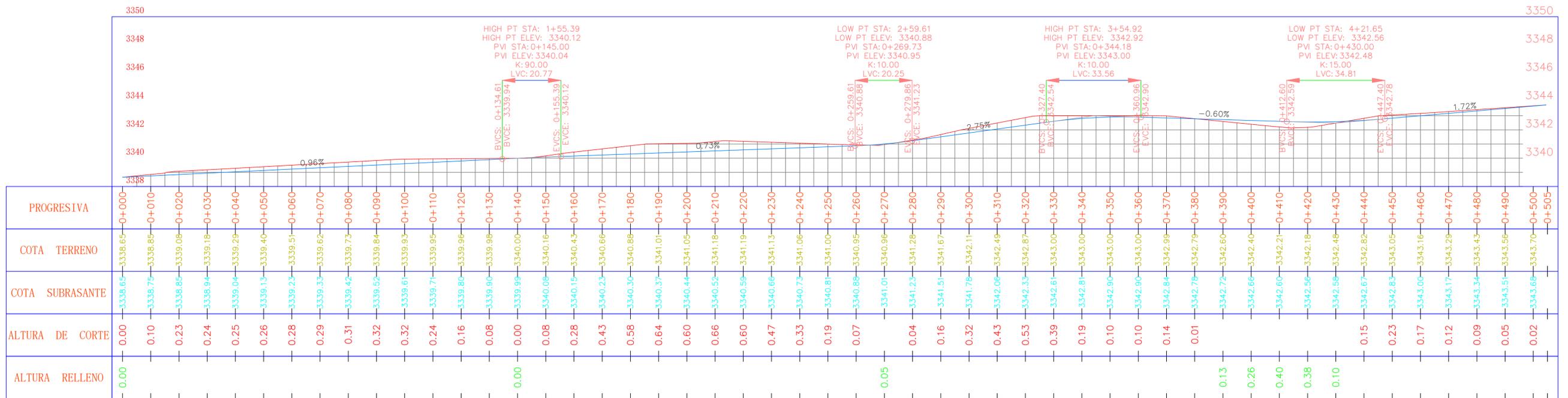
Jr. BOLOGNESI



PLANTA

Escala: 1/750

JR. BOLOGNESI



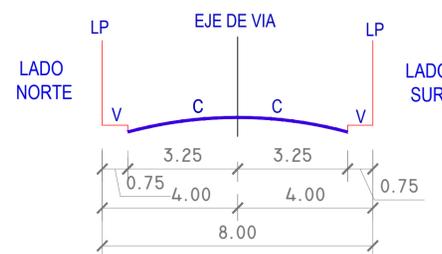
PERFIL

Escala: 1/750

METRADO

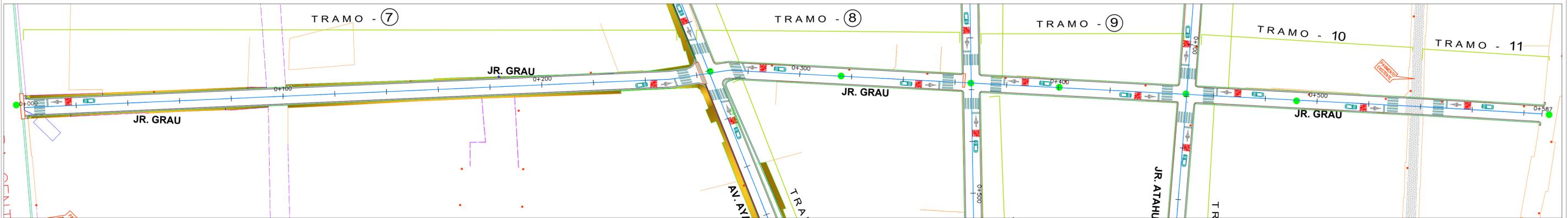
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA
TRAMO N°04	187.13 ML	187.13 ML
TRAMO N°05	178.50 ML	178.50 ML
TRAMO N°06	119.35 ML	119.35 ML

SECCION TIPICA



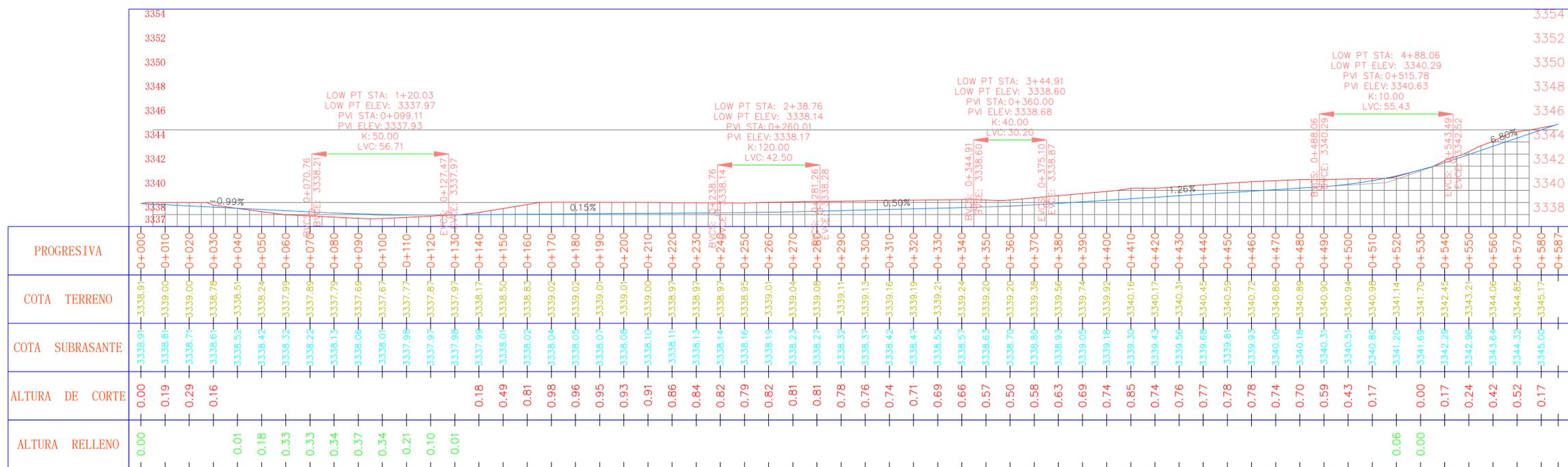
TESIS: INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		LAMINA PP-02
TESISTA: MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS		
PLANO: PLANTA - PERFIL		DEPARTAMENTO: JUNIN PROVINCIA: JAUJA DISTRITO: HUAMALI
J.R. BOLOGNESI	DIBUJO: MAGR ESCALA: 1/750 FECHA: Diciembre 2018	

Jr. GRAU



PLANTA

Escala: 1/750



PERFIL

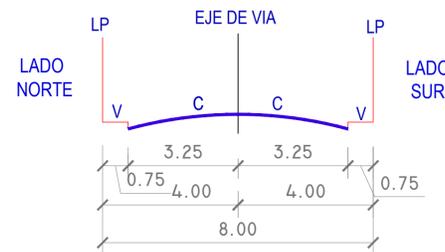
Escala: 1/1000



METRADO

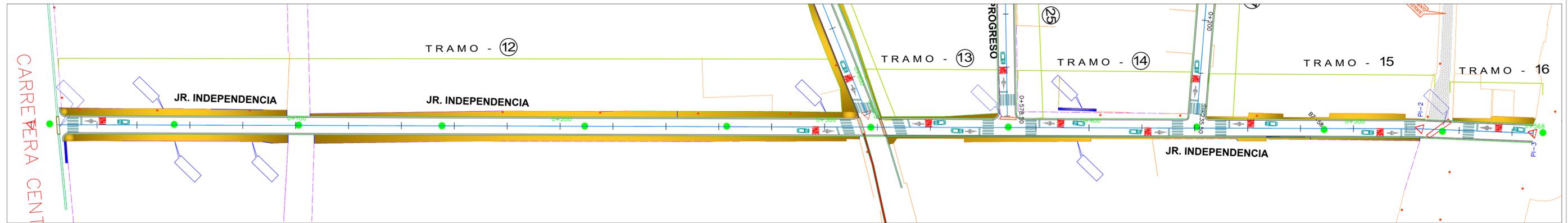
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA
TRAMO N°07	252.28 ML	252.28 ML
TRAMO N°08	101.67 ML	101.67 ML
TRAMO N°09	78.39 ML	78.39 ML
TRAMO N°10	81.63 ML	81.63 ML
TRAMO N°11	48.97 ML	48.97 ML

SECCION TIPICA



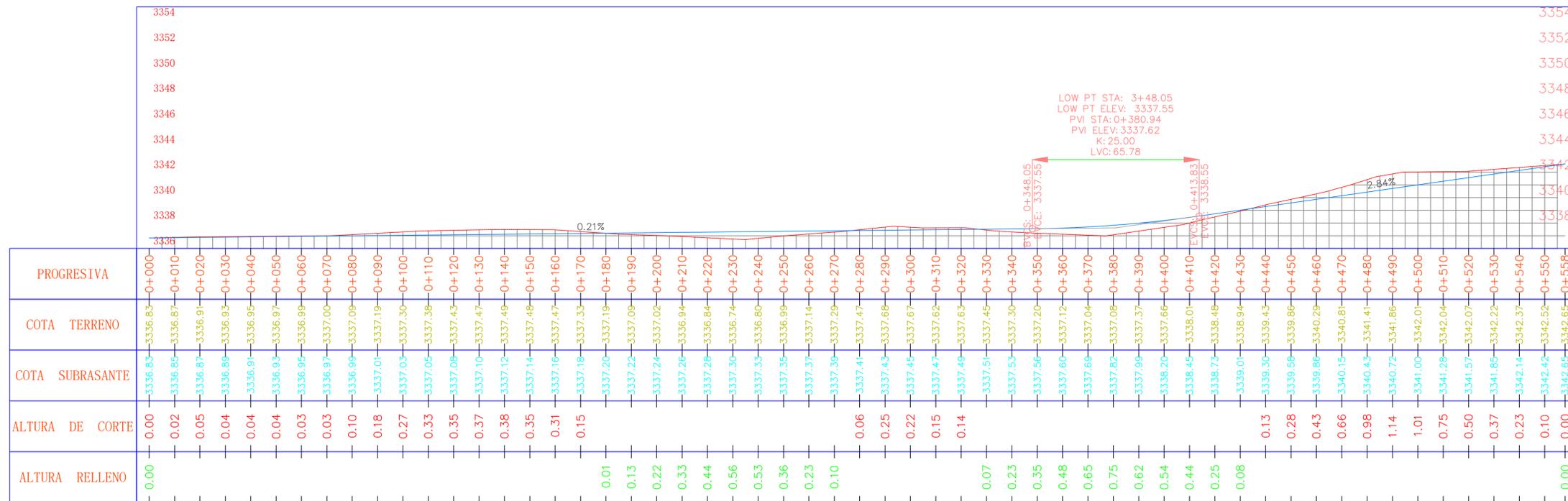
TESIS: INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		LAMINA PP-03
TESISTA: MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS		
PLANO: PLANTA - PERFIL		DEPARTAMENTO: JUNIN PROVINCIA: JAUJA DISTRITO: HUAMALI
J.R. GRAU	DIBUJO: MAGR ESCALA: INDICADA FECHA: Diciembre 2018	

Jr. INDEPENDENCIA



PLANTA

Escala: 1/750



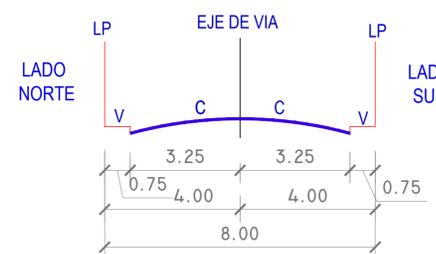
PERFIL

Escala: 1/1000

METRADO

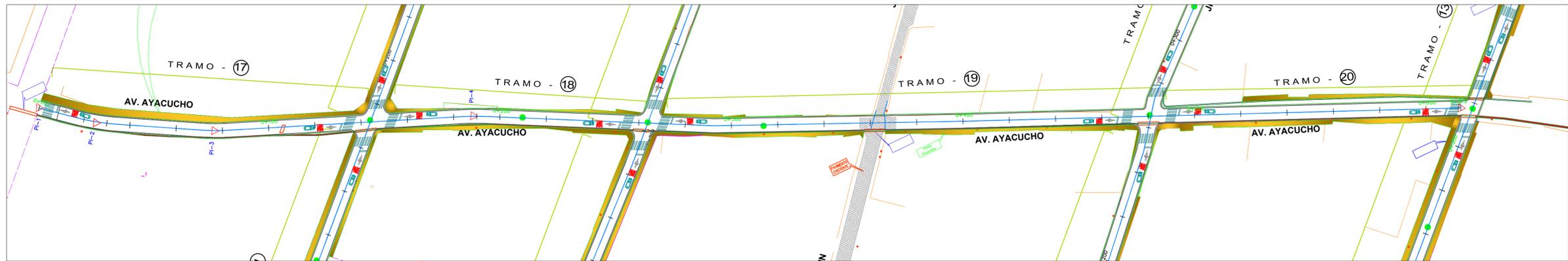
	MARGEN	MARGEN IZQUIERDA
TRAMO N°12	293.91 ML	293.91 ML
TRAMO N°13	50.20 ML	50.20 ML
TRAMO N°14	65.46 ML	65.46 ML
TRAMO N°15	85.68 ML	85.68 ML
TRAMO N°16	35.17 ML	35.17 ML

SECCION TIPICA



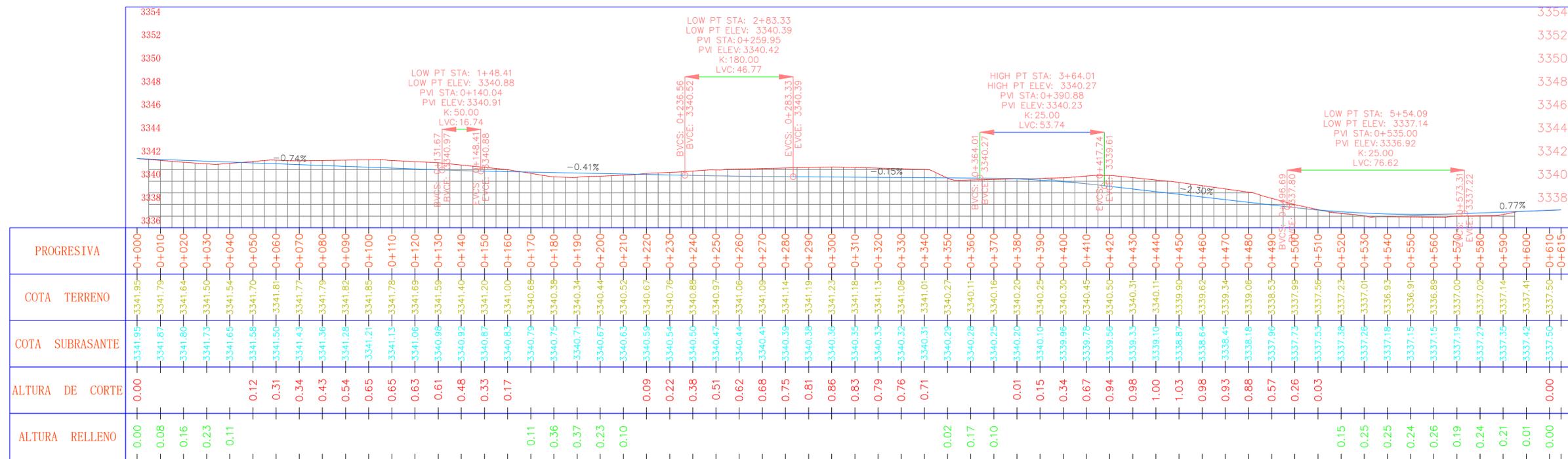
TESIS: INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		LAMINA PP-04
TESISTA: MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS		
PLANO: PLANTA - PERFIL		DEPARTAMENTO : JUNIN PROVINCIA : JAUJA DISTRITO : HUAMALI
J.R. INDEPENDENCIA	DIBUJO: MAGR ESCALA: INDICADA FECHA: Diciembre 2018	

Jr. AYACUCHO



PLANTA

Escala: 1/1000



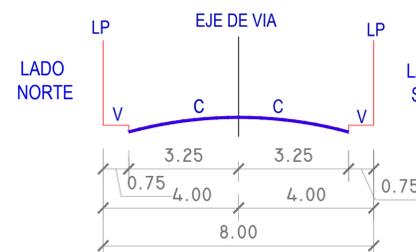
PERFIL

Escala: 1/1000

METRADO

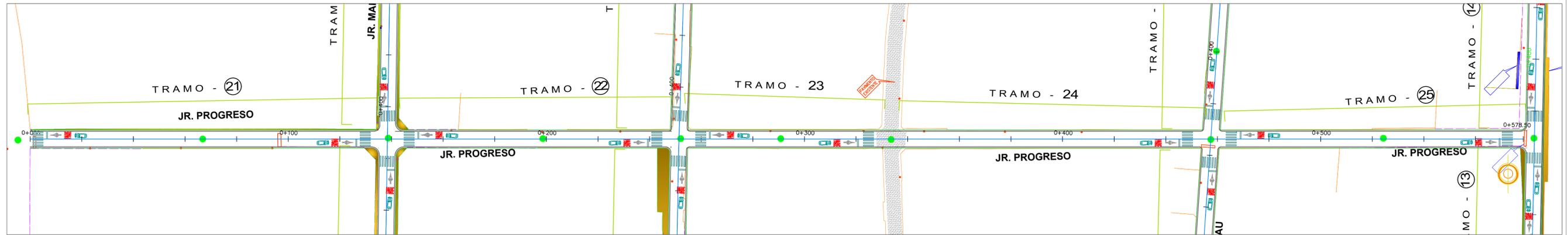
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA
TRAMO N°17	136.67 ML	136.67 ML
TRAMO N°18	108.45 ML	108.45 ML
TRAMO N°19	209.00 ML	209.00 ML
TRAMO N°20	133.43 ML	133.43 ML

SECCION TYPICA



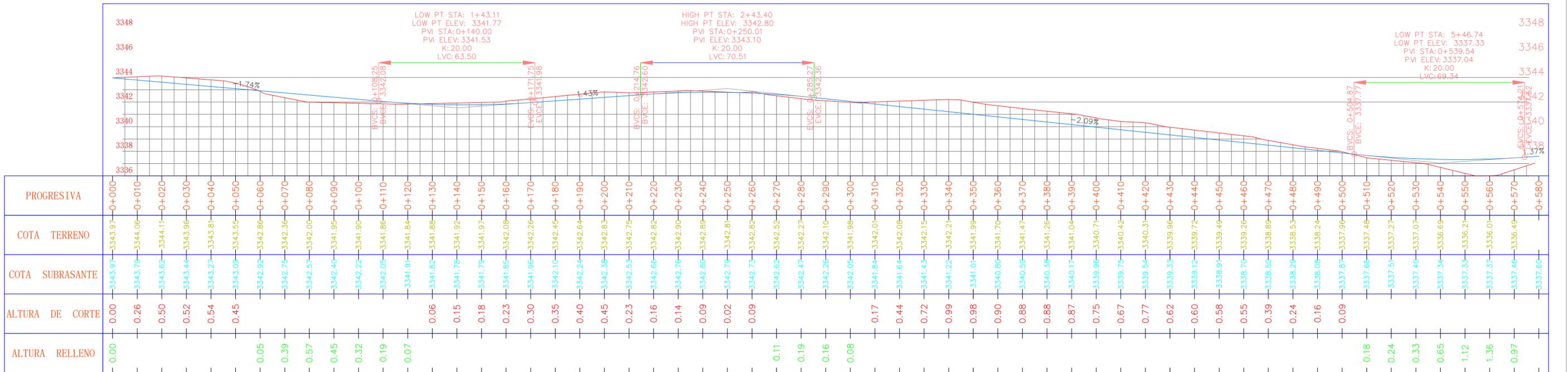
TESIS: INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		LAMINA PP-05
TESISTA: MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS		
PLANO: PLANTA - PERFIL	DEPARTAMENTO : JUNIN PROVINCIA : JAUJA DISTRITO : HUAMALI	
J.R. AYACUCHO	DIBUJO: MAGR	ESCALA: INDICADA FECHA: Diciembre 2018

Jr. PROGRESO



PLANTA

Escala: 1/750



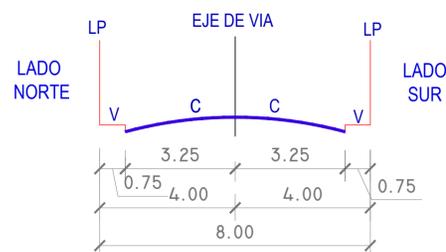
PERFIL

Escala: 1/750

METRADO

	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA
TRAMO N°21	135.48 ML	135.48 ML
TRAMO N°22	105.55 ML	105.55 ML
TRAMO N°23	77.75 ML	77.75 ML
TRAMO N°24	118.90 ML	118.90 ML
TRAMO N°25	116.75 ML	116.75 ML

SECCION TIPICA



TESIS: INFLUENCIA DE LOS GEOSINTETICOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		LAMINA PP-06
TESISTA: MIGUEL ANGEL GUZMAN RAMOS		
PLANO: PLANTA - PERFIL	DEPARTAMENTO: JUNIN PROVINCIA: JAUJA DISTRITO: HUAMALI	
J.R. PROGRESO	DIBUJO: MAGR ESCALA: INDICADA FECHA: Diciembre 2018	



Geosistemas
PAVCO
INGENIA MEJOR
INGENIERÍA

La presente ficha técnica está vigente a partir de enero de 2012. Geosistemas PAVCO se reserva el derecho de introducir las modificaciones de especificaciones que considere necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de sus productos sin previo aviso. La información aquí contenida se ofrece gratis, es cierta y exacta a nuestro leal saber y entender; no obstante, todas las recomendaciones y sugerencias están hechas sin garantía, puesto que las condiciones de uso están fuera de nuestro control.

COLOMBIA: Oficina principal: Autopista Sur N.º 71-75 Bogotá D. C., Colombia • Tels.: (571) 782 5100 • Fax: (571) 782 5013.
Servicio al cliente Bogotá: (571) 782 5100 Exts.: 3301 / 02 / 03 / 04 / 05 • Todo el país: 01 8000 912 286 - 01 8000 972 826.
Medellín: (574) 325 6660 • Cali: (572) 442 3444 • Barranquilla: (575) 375 8100.
E-mail: ingenieriageosinteticos.amco@pavco.com.co • www.pavco.com.co
PERÚ: Av. Separadora Industrial 2557, Ate • Tels.: (511) 627 6038 / 39 • Fax: (511) 627 6039 Lima, Perú.
E-mail: geosperu@mexichem.com

ENERO 2012

Mexichem.
SOLUCIONES INTEGRALES



GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS P-BX11 / P-BX12

Las Geomallas Biaxiales son estructuras bidimensionales de polipropileno, químicamente inertes, producidas mediante un proceso de extrusión, garantizando alta resistencia a la tensión y un alto módulo de elasticidad. Proporciona excelente resistencia frente a posibles daños de instalación y exposición ambiental. Están diseñadas especialmente para estabilización de suelos y aplicaciones de refuerzo.

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	P-BX11 ¹	P-BX12 ¹
Resistencia a la tensión 2% deformación (SL / ST) ²	ASTM D 6637	(4.1 / 6.6) kN/m	(6.0 / 9.0) kN / m
Resistencia a la tensión 5% deformación (SL / ST) ²	ASTM D 6637	(8.5 / 13.4) kN/m	(11.8 / 19.6) kN / m
Resistencia a la tensión pico (SL / ST) ²	ASTM D 6637	(12.4 / 19.0) kN/m	(19.2 / 28.8) kN / m
Eficiencia en los nodos ³	GRI GG2	93%	93%
Rigidez flexural ⁴	ASTM D 1388	250 mg - cm x 1000	750 mg - cm x 1000
Rigidez torsional (J) ⁵	US ARMY COE	3.2 kg - cm / deg	6.5 kg - cm / deg

PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	P-BX11	P-BX12
Tamaño de abertura (SL / ST) ²	Medido	(25 / 33) mm	(25 / 33) mm
Espesor de costillas (SL / ST) ²	ASTM D 1777	(0.76 / 0.76) mm	(1.27 / 1.27) mm
Área abierta	CW 02215	75%	80%
Resistencia a los daños de instalación ⁶	ASTM D 6637	(>90) % SC / %SW / %GP	(>90) % SC / %SW / %GP
Resistencia a la degradación a largo plazo ⁷	ASTM D4355-05	>100%	>100%

PRESENTACIÓN	NORMA	P-BX11	P-BX12
Ancho del rollo	Medido	4.0 m	4.0 m
Longitud del rollo	Medido	75 m	50 m
Área del rollo	Medido	300m ²	200 m ²

NOTAS
1. Valores VMPR (valor mínimo promedio por rollo).
2. SL: sentido longitudinal. ST: sentido transversal.
3. Capacidad de transferencia de carga determinada de acuerdo con la GRI GG2-05 y expresada como un porcentaje de la última resistencia a la tensión.
4. Resistencia a la rigidez flexural determinada de acuerdo con la ASTM-D5372, en los bordes exteriores de las costillas longitudinales (como una "escalera") y la longitud suficiente para permitir mediciones de la rigidez en "voladizo". La rigidez es calculada como la raíz cuadrada del producto de los valores de rigidez flexural en sentidos DM y DT.
5. Resistencia en el plano rotacional de movimiento medida mediante la aplicación de un momento de 20kg-cm en la junta central de una muestra de 9" x 9" restringida en su perímetro de acuerdo con la Metodología del Cuerpo de Ingenieros de USA para medida de Rigidez Torsional.
6. Resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural cuando la muestra es sometida a esfuerzos de instalación mecánica en arena arcillosa y material grueso clasificado como grava pobremente gradada (GP). La muestra debe ser obtenida de acuerdo con la ASTM5818-06 y la capacidad de carga debe ser determinada de acuerdo con la norma ASTM D6637-01.
7. Resistencia a la pérdida de capacidad o integridad estructural cuando la muestra es sometida a 500 horas de luz ultravioleta y condiciones extremas de intemperismo de acuerdo con la ASTM D4355-05.

CAMPOS DE APLICACIÓN

- Refuerzo de suelos blandos.
- Refuerzo de materiales granulares en vías y terraplenes.
- Refuerzo secundario en muros de contención.
- Refuerzo de terraplenes en vías y pistas aéreas.

VENTAJAS

- Aumenta la vida útil de la estructura inicial al utilizarla en los granulares.
- Genera menor impacto ambiental en la explotación de pétreos al reemplazar los granulares.
- Disminuye espesores de granulares al emplearla como refuerzo.