

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TRIAX TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM 499+ 000 AL 503 + 000, DISTRITO CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERA CIVIL

Autor:

Yudith Noemi Challco Alfaro

Asesor:

Mg. Lic. Gonzalo Hugo Diaz Garcia

[https://orcid.org/0000 – 0002 – 3441 - 8005](https://orcid.org/0000-0002-3441-8005)

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Germán Sagastegui Vásquez	45373822
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Sheyla Yuliana Cornejo Rodriguez	41639360
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Cinthy Vanessa Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A dios por haberme permitido lograr un proyecto mas en mi formación profesional
y por regalarme una segunda oportunidad de vivir y seguir cumpliendo todas mis metas en
la vida.

A mi madre Juana Alfaro Linarez y Dionicio Challco Romero, gracias a todo su
amor y su cariño por darme su constante motivación, por sus consejos y valores y sobre
todo por su apoyo incondicional para concluir este proyecto de investigacion.

AGRADECIMIENTO

A

Dios:

Primero mi mas profundo agradecimiento por estar conmigo en todo momento por permitirme vivir y disfrutar cada dia para seguir cumpliendo mis proyectos y por haber puesto en mi camino grandes personas que han sido un gran soporte y apoyo.

Padres:

Gracias de corazón a mi familia por su apoyo en cada decisión y proyecto. Gracias a la vida por que cada dia me demuestra lo hermosa y lo justa que puede llegar a ser

Docentes:

A todos los docentes de la facultad de Ingeniería por todos los conocimientos que aportaron a mi desarrollo de mi formación profesional.

ING HUGO DIAZ GARCIA:

A mi asesor Hugo Diaz garcia por su asesoría y aportes en el desarrollo de mi tesis,mi agradecimiento sincero también al Ing. Roberto Carlos Castillo Velarde por la motivación y colaboración para concluir mi tesis.

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.1.1. Antecedentes	14
1.1.2. Marco Teorico	19
1.2. Formulación del problema	34
1.3. Objetivos	36
1.3.1. Objetivo general	36
1.3.2. Objetivos específicos	36
1.4. Hipótesis	37
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	38
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	38
TIPO DE INVESTIGACION	38
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	41

Los instrumentos que se usaron son:	43
2.4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	45
CAPÍTULO III: RESULTADOS	51
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	82
REFERENCIAS	89
ANEXOS	92
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	92

Índice De Tablas

Tabla 1: Propiedades Físicas de la geomalla multiaxial triaxs.....	23
Tabla 2: Propiedades mecánicas de la geomalla multiaxial triaxs Tx130s	24
Tabla 3: Matriz operacional.....	40
Tabla 4: Cuadro de técnicas para recolección de datos	41
Tabla 5: Formato de conteo Vehicular	46
Tabla 6: Resumen de los ensayos realizados.....	53
Tabla 7: Porcentajes de los CBR obtenidos	54
Tabla 8: Factores de Corrección para vehículos livianos y vehículos pesados.....	57
Tabla 9: Factores de crecimiento para vehículos livianos y vehículos pesados.....	58
Tabla 10: Factor de crecimiento	59
Tabla 11: Factor de distribución.....	59
Tabla 12: Tabla de pesos según ejes equivalentes.....	61
Tabla 13: Tabla de factor de equivalencias	62
Tabla 14: Cálculo Del Número De Repeticiones Para Ejes Equivalentes Del Diseño.....	64
Tabla 15: Clasificación del período de análisis y vida útil del pavimento	66
Tabla 16: Rangos de tráfico.....	67
Tabla 17: Categorías de Subrasante	68
Tabla 18: Desviación Estándar	68
Tabla 19: Factor de Confiabilidad según el tipo de tráfico	69
Tabla 20: Índice de servicialidad para un pavimento flexible según su tipo de tráfico	70
Tabla 21: Diseño estructural calculado según AASHTO-93.....	72
Tabla 22: Cálculo de los coeficientes estructurales.....	73
Tabla 23: Valores de coeficiente de drenaje.....	74
Tabla 24: Espesores de pavimento sin geomalla	74
Tabla 25: Datos del diseño del pavimento flexible sin geomalla	75
Tabla 26: Espesores del pavimento sin geomalla.....	75
Tabla 27: Datos para el diseño sin estabilizar con geomalla usando el software tensor international.....	77

Tabla 28: Datos para el diseño sin estabilizar con geomalla usando el software tensar international.....	77
Tabla 29: Espesores de las capas, adicionando la geomalla en el programa Tensar.....	78
Tabla 30: Espesores del pavimento con y sin geomalla.....	79
Tabla 31: Datos para el diseño estabilizado con ESAL de diseño.....	80
Tabla 32: Datos para el diseño sin estabilizar con ESAL de diseño.....	80
Tabla 33: Numero estructural con ESAL de diseño.....	81
Tabla 34: Porcentajes disminuidos de los espesores del pavimento con geomalla y sin geomalla.....	83
Tabla 35: Aspectos comparativos sin geomalla y con geomallas.....	87

Índice de Figuras

figura 1: Partes de un pavimento Flexible	21
figura 2: geomalla triaxial	22
figura 3: (a) Restricción lateral que realiza la geomalla (b) confinamiento que realiza la geomalla en un material granular	24
figura 4: Estabilización de la subrasante	28
figura 5: Procedimiento experimental	45
figura 6: Curva granulométrica.....	47
figura 7: Ubicación de la zona de estudio.....	52
figura 8: comparación de las capas del pavimento estabilizados y sin estabilizar	78
figura 9: Pavimento flexible con y sin geomalla con ESAL de diseño	81

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo determinar en qué medida el análisis comparativo con geomallas multiaxiales TRIAX TX130S permite mejorar los espesores en el pavimento flexible en la carretera panamericana norte, tramo:km 499+000 al 503+00, Distrito de chao, Trujillo, La Libertad 2022. Para obtener los datos se realizo un estudio de trafico vehicular, el diseño del pavimento y su vida útil, y su numero estructural requerido (SN), basándose en el metodo de AASHTO 93, se desarrollo también con el software TENSAR para el diseño de pavimento con geomalla y sin geomalla triaxial, la metodología para esta investigación fue de recolección de datos, análisis comparativos basado en las normas técnicas peruanas vigentes del ministerio de transporte y comunicaciones, asimismo se realizo un EMS de las muestras obtenidas de las calicatas para identificar el tipo de suelo y hallar el CBR de la subrasante obteniendo un resultado que la adición de la geomalla triaxial TX 130S reduce los espesores de la carpeta asfáltica en un 33% asi como la capa de base y subbase. Se obtuvo reducciones en la capa superior de 4cm, reducción en la sub – base de 8cm y en la base de 0cm. en la medida que al hacer la comparación de los espesores de la carpeta asfáltica con el refuerzo al aplicar las geomallas multiaxiales donde se observa que el espesor de la capa inicial disminuyó en un 18%, para la sub - base 39% y para la base 43%.

PALABRAS CLAVES: Carpeta asfáltica, geomalla, TENSAR, Metodo AASHTO 1993.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Alrededor del 80% de las vías en el mundo están sin pavimentar y en su mayoría manejan bajos volúmenes de tránsito. De acuerdo a la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) aproximadamente el 20% de los pavimentos fallan debido a la insuficiencia en la resistencia estructural (Mengelt, 2000). Las empresas constructoras en los países desarrollados industrialmente en construcción sufren problemas en sus infraestructuras viales que no se evalúan a tiempo el crecimiento urbano de la ciudad y esta carga vehicular genera enormes deformaciones físicas ocasionando deterioro en los pavimentos y vías públicas. Estos conjuntos de incidencias son causados por factores ante la baja preparación de la subrasante en la construcción vial de las avenidas, calles y rutas de la ciudad.

En tal razón, los factores que afectan fuertemente a esta problemática son: las estructuras de pavimento impropias, el agrietamiento tipo piel de cocodrilo, el agrietado en bloques, las fragmentaciones causadas por la humedad, cuando un programa de construcción o un presupuesto se vean perturbados por subrasantes de baja resistencia, las cargas pesadas, las capas gruesas de relleno, los tipos de costos elevados de relleno, la subrasante contaminada o líneas de suministro de servicios públicos a corta profundidad, esto exige dar prioridad a nivel de la ingeniería civil a la aplicación de la geomalla triaxial para mejorar las infraestructuras viales.

Mediante los siguientes párrafos que se explicaran a continuación nos va explicar acerca de la realidad problemática a nivel internacional. regional y local.

El diario internacional El Mundo (2013), da a conocer estadísticas sobre una carretera en condiciones de muy mal estado, generando elevados consumos de combustible en vehículos, afirma que: En un 44% y disminuye en hasta un 35% su vida útil, información que asegura la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA).

Según investigaciones recientes hechas por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en el Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería del Ejército de los Estados Unidos. dan a conocer estudios anteriores sobre el uso de geomallas en aplicaciones de carreteras. La mayoría de los estudios previos se han realizado en secciones no pavimentadas sobre suelos blandos o en secciones pavimentadas sobre suelos blandos. Esta prueba reciente se realizó sobre suelos rígidos a muy rígidos. Adicionalmente, el tráfico para este estudio excedió las 800,000 cargas de un solo eje equivalente (ESAL).

En los países de América Latina como Brasil, Argentina, Colombia, México, Chile y Ecuador las empresas dedicadas a la construcción de obras viales que trabajan con dirección hacia los sistemas de pavimentos, la raíz de la problemática está

afectada por factores como: durabilidad, bajo rendimiento de la capa de áridos, la resistencia, simplificación de la obra de construcción, requerimientos de materiales, bajo rendimiento de la capa de subrasante, costos, control de tiempos y la durabilidad.

En La Libertad, las carreteras que la conforman son de tres tipos: Red Nacional, Red Departamental y la Red Vecinal; son los que soportan el mayor tráfico y conectan entre si los lugares de producción con los centros de consumo, puertos y aeropuertos, en donde el 58% se encuentra sin pavimentar así mismo señalar que también existen factores que dañan la vida útil del pavimento. según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática); uniendo las principales capitales de provincias, cumpliendo un rol de integración territorial, principalmente de tipo económico al facilitar las actividades comerciales y de servicios entre las principales ciudades y pueblos de la región, en la cual el 93% se encuentra sin pavimentar, según el INEI, evidenciando la gran necesidad de inversión vial en esta red; y la Red Vecinal, es la red principal de integración territorial a nivel distrital y provincial siendo fundamental para la economía local para accesos a puntos de servicio, centros de salud, educación y mercado, es la red más extensa del país, contando con el 96% sin pavimentar; de esta forma, se observa la enorme carencia del sistema de transporte en la región, así mismo señalar que también existen factores que dañan la vida útil del pavimento.

Por esta razón a partir de la observación surge la problemática del mejoramiento de la subrasante en un pavimento flexible.

1.1.1. Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Lopez (2013) Demostró mediante modelos de respuesta analíticos que la inclusión de las geomallas biaxiales compuestas por polipropileno y fibra de vidrio entre las capas del pavimento flexible mejora las propiedades de resistencia y ayudan a la reducción de un 37 % del espesor de la capa bituminosa, debido principalmente a que la geomalla biaxial absorbe los esfuerzos de tensión y minimiza las deformaciones horizontales que se presentan en la fibra inferior de la capa bituminosa, por otra parte ayuda a la reducción de espesores en una 30% reduciendo la deformación vertical por comprensión de la subbase granular.

La presente investigación tiene un diseño comparativo no experimental y el objetivo es que permito identificar las características del estudio tanto como el CBR y el IMDA, considerando la metodología AASHTO.

Caballeros (2006) Investigó la utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible” con la finalidad de conocer las ventajas del uso de la geomalla y de la aplicación técnica de la misma, como alternativa para el refuerzo de la estructura del pavimento flexible en la red vial de Guatemala. Se elaboró un diseño del pavimento flexible mediante la utilización del Software SpectraPave2TM, el cual permite el diseño convencional sin reforzar, así como el diseño de la sección reforzada con geomalla biaxial, llegando a la conclusión que la introducción de la geomalla biaxial en la estructura del pavimento flexible presentó una reducción de los espesores de las capas

que la conforman, así como una reducción de los costos de construcción equivalentes al 2% para la geomalla BX 1100 y el 8% para la geomalla BX 1200.

Núñez (2016) Hizo un análisis con la geomalla biaxial, como refuerzo de la subbase granular para una estructura de pavimento flexible, su aplicación fue de manera teórica para un expediente de una vía, teniendo como conclusión la reducción de los espesores del pavimento reforzado con geomalla biaxial en comparación con una estructura tradicional, garantizando un mayor ahorro en los recursos necesarios que se requiere para la construcción del pavimento.

Esta investigación tiene un diseño no experimental y el aporte de este estudio es, estudiar las características física – mecánicas de la carretera mediante el uso de goesintéticos, para reducir la dimensión de las capas estructurales y optimizando el tiempo y el coste de la ejecución.

silvia (2016) Evaluo el mejoramiento de la subrasante con geomallas triaxiales Tx-140 y Tx-160 en un tramo de la calle Alemania - La molina - Cajamarca. La presente investigación muestra el diseño de subrasante con y sin geomalla triaxial aplicado sobre un tipo de suelo arcilloso que posee una valor de CBR de 2.5% y con presencia de nivel freático, utilizando parámetros de diseño como es el caso de CBR, presión de inflado de llantas, carga axial, mayor profundidad de ahuellamiento y número de ejes equivalentes que posteriormente serán reemplazados y analizados por el software Spectra Pave 4.0 se llegó a la conclusión que la aplicación de la geomalla triaxial Tx140 y Tx160 como refuerzo 26 aumenta la capacidad de soporte de la subrasante y contribuye a la reducción de los espesores en el mejoramiento entre 54% y 72%. La investigación nos presenta un análisis comparativo

entre dos tipos de geomallas, por lo cual es un requerimiento importante tomarla en cuenta, a fin de alcanzar los objetivos propuestos ya que esta investigación trabajara con la geomalla triaxial Tx140 para el refuerzo de la subrasante.

La contribución en esta investigación fue el uso de las geomallas biaxiales para la estabilización del suelo en el lugar mencionado se usaron los parámetros de diseño como el número de ejes, la carga axial y el CBR y en conclusión se logró una mejora en la capacidad portante de 63% en la subrasante.

villacorta & Cisneros,P., (2015) Realizaron el diseño del reforzamiento del pavimento flexible con geotextil determinando los criterios técnicos de diseño de acuerdo a la topografía, transmisibilidad y requerimiento de la población. Se corroboró uniformidad en el perfil estratigráfico y consistencia de los suelos entre el km 0+000 y el km 4+500 caracterizando una carretera una superficie de terraza, suelo arenoso uniforme hasta profundidades de -1,50 m., tramo flanqueado por parcelas de uso agrícola, la cubierta de rodadura es un afirmado areno gravoso con espesores de 0,20 a 0,25 m. se concluyó que se debe colocar drenaje y cunetas en la carretera y emplear estabilizadores en las bermas.

Esta investigación tiene un diseño no experimental transversal descriptiva donde se realizó la descripción del estado de la carretera y así se determinó su condición de transitabilidad.

El aporte en esta investigación es la importancia y preocupación extrospectiva en el proceso constructivo ya que en esta investigación se utilizó el sistema bitufor para el reforzamiento de pavimentos y que en la actualidad existe de forma limitada y a la cual es muy recomendable usar para dar mantenimiento a las pistas.

Gomez (2014) Evaluó el incremento del parque automotriz en la ciudad de Trujillo, y por ende establecer los métodos y técnicas que van relacionados con la durabilidad y economía, en el diseño de un pavimento flexible adecuado para la zona del ovalo grau de Trujillo, se realizó los estudios de tránsito y se concluyó que, para un periodo de diseño de 20 años, el número de ESAL determinado fue de 8.02×10^6 , relativamente bajo por el alto porcentaje de finos que tiene la muestra, y finalmente bajo la metodología de diseño de pavimento flexible AASHTO, se determinaron los espesores del pavimento: 10, 35, y 30cm para la carpeta, base y subbase respectivamente.

Y finalmente este estudio tiene como principal función el refuerzo de las infraestructuras pavimentadas, en Perú como lo hemos indicado y en nuestra ciudad de Trujillo presenta un suelo con características de forma variable, con materiales sueltos clasificados como arcillas inorgánicas de mediana compresibilidad, por debajo se encuentran materiales arenosos limosos con niveles freáticos que varían entre 0 y 4m su capacidad de carga varía según el tipo de suelo por eso tenemos la necesidad de mejorar la subrasante, así como también mejorar el diseño de nuestra carpeta asfáltica aplicando geomallas multiaxiales, biaxiales, ya que con el tiempo esta se llega a deteriorar presentando grietas, fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales y otros. Es por eso que existes tales investigaciones para poder mejorar la subrasante de una infraestructura vial poniendo en comparación entre dos tipos de geomallas: un pavimento reforzado con geomallas multiaxiales TriAx TX130S en comparación con una estructura tradicional simple.

Esta investigación fue descriptiva y las técnicas de recolección fue la medición y observación, las cuales se usó con el fin de recopilar los datos sobre una situación existente.

El aporte de esta investigación fue determinar los criterios estructurales según la metodología para diseñar la estructura de un pavimento flexible así lograr un nivel de transitabilidad mejorando las condiciones de vida y población de la zona.

Tensar (2018) La ciudad de El Cajon confió en el sistema de refuerzo de pavimento GlasGrid® y los componentes de diseño asociados para rehabilitar completamente Washington Boulevard entre Avocado Avenue y los límites orientales de la ciudad. Dado que la sobre carpeta existente tenía una significativa reflexión de grietas causada por el envejecimiento, la oxidación y el tráfico, los ingenieros de la ciudad necesitaban hacer resurgir Washington Boulevard de una manera que mejorara el desempeño de la sobre carpeta de asfalto mientras se reducían los costos de ciclo de vida. Después de consultar con representantes de Tensar and Road Solutions Inc., la municipalidad decidió usar GlasGrid 8501 como una solución de cobertura completa para la carretera. La apertura y la resistencia de malla del producto proporcionaban un medio rentable para disipar la energía de las grietas sobre un área grande y para extender la vida útil del pavimento. También permitió a la ciudad acelerar el trabajo y limitar la interrupción del tráfico normal.

Esta investigación es de carácter descriptivo y su aporte es el beneficio como mejoramiento de la subrasante, con base en la contribución en la disminución de las

presiones generadas por cargas vivas y a la vez aumentando la capacidad portante de la subrasante.

(Alvarez & Bermudez, W., 2020) El gobierno Regional de Loreto planteo la construcción de la carretera cuya longitud aproximada fue de 97km que constituían el tramo IV entre Nauta y Puente Itaya. Se empezó desde el expediente técnico teniendo en cuenta los principales requerimientos técnicos considerando la colocación de una geomalla biaxial en los tramos de los suelos malos a nivel de subrasante, para lo cual se estableció un CBR mínimo de 3%; con una sub base conformada por 15cm de arena limpia como anticontaminante y 15% de arena limosa; una base granular de piedra chancada de canteras cernas a Yurimaguas, reforzada por una geomalla biaxial a lo largo de todo el pavimento nuevo y una superficie de rodadura de concreto asfáltico en caliente de 5cm. La obra fue construida por el Consorcio Vial Nauta y la supervisión estuvo a cargo de HOB Ingenieros Consultores. TDM propuso, dentro del diseño del pavimento, el empleo de la geomalla biaxial Tensar BX1200 como refuerzo estructural de la base granular.

La presente investigación tiene un diseño descriptivo comparativo de dos diseños y el aporte tanto positivos como negativos se detallan en los costos y presupuestos para la construcción de un pavimento flexible como un elemento de refuerzo como geomalla biaxial.

1.1.2. Marco Teorico

La investigación comprende con diferentes estudios de tesis, revistas y artículos científicos que sirvieron para realizar la presente investigación.

Alvarez & Bermudez, W. (2020) Explica que la geomalla es un elemento estructural de refuerzo para el pavimento, y asimismo explica que permite la disminución de la base y

subbase, en consecuencia, la disminución de costos y la reducción de tiempos de ejecución (p.70). Tiene como objetivos identificar, analizar y diseñar un pavimento flexible utilizando geomallas biaxiales como un elemento de refuerzo, La metodología utilizada es el análisis comparativo para la utilización de la geomalla como elemento de refuerzo, así como el diseño del pavimento utilizando el AASHTO 93, que dieron como resultados el análisis comparativo del pavimento junto con el aumento de la vida útil del pavimento, mayor estabilidad del suelo, disminución de las deformaciones por factores ambientales y una reducción en el asentamiento de la carpeta asfáltica por ello se concluyó que la utilización de las geomallas biaxiales resulta de vital importancia en la construcción pavimentos ya que aumenta las propiedades físicas y mecánicas, brindando mayor estabilidad y eficiencia

Alvarez (2019) tiene como principal objetivo determinar las múltiples viabilidades técnicas, económicas y medio ambientales que genera la utilización de las geomallas triaxiales en cuanto a la metodología es explicativa, descriptiva, y aplicativa que permite identificar, razonar y conocer cuáles son los factores que influyen en la estabilización del suelo con el uso de las geomallas triaxiales que dieron como resultado un análisis de precios unitarios que da a conocer la gran diferencia de costo en mano de obra, así como también los parámetros de diseño confiabilidad y eficiencia del pavimento, gracias a ello se llegó a la conclusión de la viabilidad técnica, económica y ambiental que se obtiene al utilizar las geomallas triaxiales usando el método Aashto-93 junto con una subrasante de 6.50% en el CBR

1.1.2.1. Bases teoricas

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 & Ordoñez (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 1: *Partes de un pavimento Flexible*



Fuente: Manual de carreteras

El diseño de pavimentos es el proceso por el cual los componentes estructurales (Capa de rodadura, base y sub-base) de un segmento de carretera son determinados para que la vía tenga un comportamiento adecuado para el usuario. Para el diseño se toma en consideración la naturaleza del suelo de fundación o sub-rasante, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico, y las condiciones de mantenimiento y construcción. En resumen, el diseño de la estructura del pavimento es establecer los espesores y rigideces de los

materiales para mantener la vía bajo un cierto nivel de deterioro, confort, transitabilidad y seguridad. Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos:

- Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento.
- Las características de la sub-rasante sobre la que se asienta el pavimento.

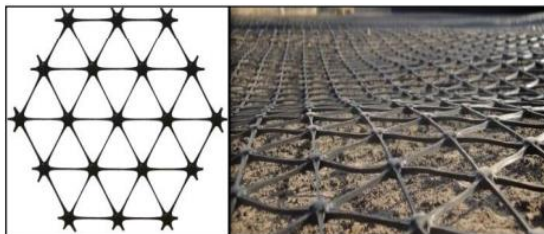
La forma como se trabajarán estos dos parámetros, depende del método que recomienda el MTC utilizar, el cual para el diseño de pavimentos flexibles en el Perú es el método AASHTO guide for design of pavement structures 1993 (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

Geomallas multiaxiales Triax

Las geomallas son un conjunto de nervaduras o costillas de tensión, paralelas conectadas, con aberturas triangulares para permitir el trazon del suelo o piedra u otro material geotécnico y con un peralte mayor en sus costillas, la cual la hace rígida y le permite promover estructuras más estables .

Especificaciones técnicas de la geomalla

figura 2: *geomalla triaxial*



- Propiedades físicas

La geomalla multiaxial Triax esta formada por láminas de resinas selectas de polipropileno, cuenta con un tamaño nominal de forma rectangular triangular de 33mm longitudinal por 33 mm diagonal .

El ancho de la malla de refuerzo es de 300 cm 400 cm y 487 cm según Tensar International.

Tabla 1:

Propiedades Físicas de la geomalla multiaxial triaxs

Propiedades	longitudinal	diagonal	Transversal	general
Distancia entre costillas paralelas, mm (in) ⁽²⁾	33 (1.30)	33 (1.30)	-	
Forma de la costilla				rectangular
Forma de la apertura				triangular

Nota: En la tabla N° 1 se presentan las propiedades físicas de la geomalla Triaxs Tx130s

- Propiedades mecánicas:

Las geomallas multiaxiales cuentan con un sistema en tres direcciones principales de rigidez, lo que permite mayor refuerzo por la geometría rígida triangular, brindando un grado de rigidez radial en los 360 grados Su distribución de carga tridimensional actúa sobre todas las capas de los agregados para distribuir mejor los esfuerzos radiales que provienen del tráfico vehicular (figura 3), garantizando que las geomallas triaxiales de Tensar actúen como un refuerzo en cualquiera que sea el sentido en que se mida la capa estabilizada mecánicamente, además su geometría triangular permite que diferentes tamaños de las partículas se traben en las aperturas de las geomallas, provocando un confinamiento; formando una capa rígida mejorando su desempeño.

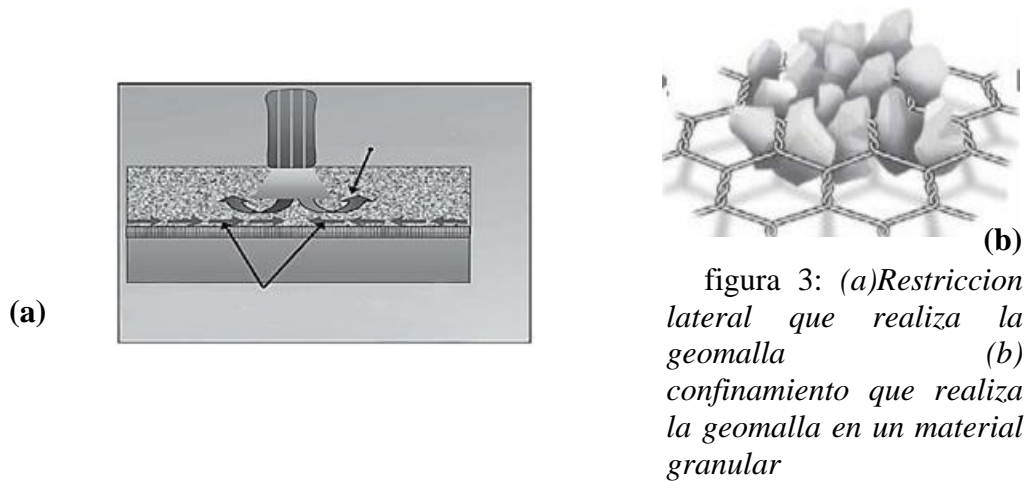


Tabla 2:

Propiedades mecánicas de la geomalla multiaxial triax Tx130s

Integridad estructural

Eficiencia en las juntas (3) %	93
Rigidez Flexural Global, (4) mg-cm	500,000
Rigidez radial a bajas deformaciones,(5) kN/m @ 0.5% strain	200
Rigidez radial a bajas deformaciones,(5) (lb/ft @ 0.5% strain)	13,708

Durabilidad

Resistencia a la degradación química(6)	100%
Resistencia a la degradación por luz ultravioleta y condiciones ambientales(7)	70%

Nota: En la presente Tabla N° 2 se presentan los valores de los ensayos realizados Por Tensar de acuerdo a los ensayos ASTM D6637 Y ASTM D7737.

Funciones y campos de aplicación

Las funciones que desempeñan cada geosintético pueden modificarse en una gran variedad de aplicaciones como los sistemas de drenaje, cimentaciones ferroviarias, campos deportivos, canales, túneles, terraplenes pueden ejecutar muchas tareas en determinadas circunstancias.

Las funciones principales de los geosintéticos se emplean para separación, filtración, drenaje, refuerzo, control y erosión, barrera.

Función de refuerzo:

Las características mecánicas – físicas del geotextil tienen un alto grado de resistencia a la tracción, para mejorar la estabilidad y aumentar la capacidad de carga del suelo al dispersar los esfuerzos de las cargas sobre su plano como el revestimiento de carreteras y la construcción de caminos.

Función de protección:

Se utiliza para proteger la geomembrana u otro material de posibles roturas, actuando como una barrera impermeable a las tensiones y presiones inducidas durante la construcción o mantenimiento. La geomembrana también está protegida del roce con el sustrato durante la contracción y expansión continua inducida por las fluctuaciones de calor. También ayuda a evitar la perforación causada por el desarrollo de plantas debajo de la malla impermeable.

Esta adaptabilidad de la lámina impermeable a los desniveles del suelo se debe a las tensiones en el papel causadas por los evidentes desniveles del suelo, que a su vez hacen que el papel pierda su grosor, lo que da lugar a zonas débiles donde pueden existir objetos punzantes en el suelo.

Propiedades de la geomalla multiaxial:

Mecánicas

- Resistencia Al Estallido ASTM D-3786
- Resistencia Al Punzonamiento CBR ASTM D-6241.

- Resistencia A La Tensión ASTM D-4632.
- Resistencia A La Penetración Con Pistón De 50mm De Diámetro ASTM D-4833
- Resistencia Al Rasgado Trapezoidal ASTM D-4533.
- Resistencia A La Elongación Y Costura ASTM D-4632.

Tráfico vial

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA), para el tramo vial en materia de estudio. El IMDA es la demanda volumétrica vehicular actual clasificada por tipos de vehículos en cada sentido de tráfico. La demanda de carga por eje y la presión de los neumáticos guardan relación directa con el deterioro del pavimento. Por ello, es necesario realizar los conteos vehiculares en el tramo en solo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal, uno de los días corresponde a un día laborable típico y el otro a un día sábado (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014). La información obtenida servirá como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis y para establecer el número de ejes equivalentes (EE) de diseño para el pavimento. Los factores que llevan a obtener el número de EE de diseño son:

a. Factor direccional y factor carril:

El factor de distribución direccional, corresponde al número de vehículos que circulan en una dirección o sentido del tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo vehicular. El factor de

distribución carril, corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril. El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje ponderado aplicado al IMDA (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

b. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección:

Se puede calcular el crecimiento de tránsito vehicular utilizando una fórmula de progresión geométrica. La tasa de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico en el que se encuentra la región, y estas se pueden obtener del INEI, normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6% (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

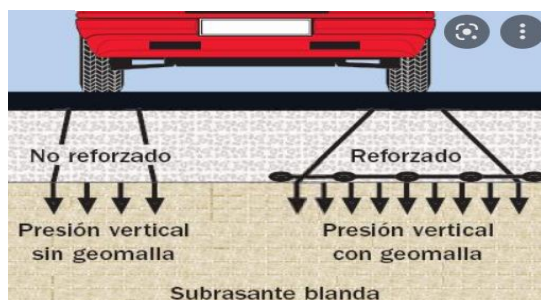
Optimización de Pavimento

Los sistemas con pavimento a menudo fallan antes de tiempo debido al desplazamiento lateral progresivo y al debilitamiento de la capa de base granular. La geomalla TriAx mejora la rigidez general de carreteras, estacionamientos, pistas de carreteo, pistas de despegue/ aterrizaje, áreas de maniobra y estacionamiento de aviones, instalaciones de transporte combinado y demás estructuras que sustentan el tráfico vehicular, lo cual ofrece un mayor desempeño. Un mejor desempeño de las secciones transitadas optimiza los costos generales de vida útil mediante la reducción de las tareas de mantenimiento y los intervalos de rehabilitación que son comunes para pavimentos, tanto flexibles como rígidos.

Estabilización de la Subrasante

Las subrasantes débiles constituyen un problema habitual durante la construcción de caminos de carga pesada, estacionamientos, superficies de trabajo, áreas y parques de almacenamiento, y demás estructuras sin pavimento. La geomalla TriAx brinda una solución simple para endurecer la capa granular y reducir el esfuerzo en la subrasante. Una mayor capacidad de construcción mejora en gran medida el acceso a los lugares de trabajo y reduce significativamente los costos iniciales y el mantenimiento futuro

figura 4: *Estabilización de la subrasante*



La aplicación de la geomalla en pavimentos resulta como método alternativo de reforzamiento del paquete estructural, para una mejor predicción del comportamiento del pavimento es preciso realizar un modelamiento con el software Pavement ME Desing el cual toma diversos factores como estructura, propiedades del material, clima entre otros factores, excepto el material de la geomalla y el diseño del pavimento con la norma AASTHO 2008 la cual es la última actualización del AASTHO, aun así se obtuvo resultados favorables en el pavimento con el refuerzo de geomalla triaxial, logrando predecir el rendimiento y las deformaciones. Se obtuvo una reducción en las deformaciones del material

granular, a su vez se obtuvo que la utilización de la geomalla no tuvo influencias considerables en el módulo resiliente de los agregados de gran tamaño de 15 cm de diámetro y a 30 cm de altura o 20cm de diámetro con 40cm de altura, pero si en aumento el módulo resiliente en agregados de tamaño pequeño de 15 cm con 15cm de altura (Fan, 2017, pág. p.6) se demostró que la utilización de la geomalla triaxial proporciona un refuerzo en el enclavamiento que mantiene a las capas de agregados en un confinamiento eficiente.

El análisis de la confiabilidad de la geomalla como elemento de refuerzo que se realizó en Japón reunió un total de 130 pruebas a tensión y 390 pruebas de tensión humedecidas, también se utilizó diversos tipos de rejilla con diferentes productos, 15 al igual que los agregados, utilizando protocolos entandar PWRC junto del cálculo de los factores de daño que pueden ser aplicados en todo el mundo por su amplia cobertura en métodos, materiales y tipos de geomalla donde se logró calcular la fuerza permitida a largo plazo para el ultimo límite de ruptura del suelo reforzado cullo estrés se da por tensión (Miyata & Yoshihisa, , 2015, pág. p.394) Dicho método brinda una alternativa de diseño con la implementación de geomallas que permite calcular los máximos esfuerzos que puede soportar la geomalla en el pavimento.

Factores a considerar en el diseño de un pavimento

Transito

Determina el dimensionamiento de los pavimentos las cargas mas pesadas por eje simple, tadem o trídem esperadas en el carril del diseño solicitado, la repetición de las cargas del transito y la constante acumulación de deformaciones sobre el pavimento son de gran importancia para realizar el calculo.

La subrasante

De acuerdo a la calidad de terreno dependerá el espesor de la capa para un pavimento flexible o rígido. Según criterio de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito es necesario tener en cuenta la humedad para las variaciones de volumen. Las características de la sub-rasante sobre las que se asienta el pavimento, están definidas en seis categorías, definidas por su capacidad de soporte CBR. Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub-rasante suelos con CBR igual o mayor a 6%. En caso de ser menor, se procederá a la estabilización de los suelos, donde se analizarán alternativas de solución, como estabilización mecánica, química, reemplazo de material, geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiendo la opción técnica más conveniente y económica (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

Ensayos de mecánica de suelos

Según normativa descrita por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos. Lima (2013) Los ensayos que se deben realizar son los siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107, ASTM D-422.
- Límite líquido MTC E 110, ASTM D-4318.
- Límite Plástico MTC E 111, ASTM D-4318.
- Contenido de humedad MTC E 108, ASTM D-2216.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487.

- Clasificación AASHTO M-145.
- California Bearing Ratio MTC E 132, ASTM D-1883.
- Proctor modificado MTC E 115, ASTM D-1557.

Metodos para el diseño de pavimentos

Método Aashto 93 para el diseño de pavimentos flexibles

La aplicación de la geomalla en pavimentos resulta como método alternativo de reforzamiento del paquete estructural, para una mejor predicción del comportamiento del pavimento es preciso realizar un modelamiento con el software Pavement ME Desing el cual toma diversos factores como estructura, propiedades del material, clima entre otros factores, excepto el material de la geomalla y el diseño del pavimento con la norma AASTHO 2008 la cual es la última actualización del AASTHO, aun así se obtuvo resultados favorables en el pavimento con el refuerzo de geomalla triaxial, logrando predecir el rendimiento y las deformaciones. Se obtuvo una reducción en las deformaciones del material granular, a su vez se obtuvo que la utilización de la geomalla no tuvo influencias considerables en el módulo resiliente de los agregados de gran tamaño de 15 cm de diámetro y a 30 cm de altura o 20cm de diámetro con 40cm de altura, pero si en aumento el módulo resiliente en agregados de tamaño pequeño de 15 cm con 15cm de altura (Fan, 2017, pág. p.6) se demostró que la utilización de la geomalla triaxial proporciona un refuerzo en el enclavamiento que mantiene a las capas de agregados en un confinamiento eficiente.

$$\log(W18) = Z_r * S_o + 9.36 * \log(sn + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)^{nt}}{0.40 + (10^{94}) / (SN + 1)^{5.19}} + 2.32 * \log(Mr) - 8.07 \quad (1)$$

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).

S_o = 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).

Z_R = parámetro estadístico asociado con distribuciones normales de datos, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a p_t 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):

$$SN = a_1 + d_1 + a_2 + d_2 + m_2 + a_3 + d_3 + m_3 \quad (2)$$

Donde:

A1, a2, a3: Coeficiente estructural de la i.

d1, d2, d3: Espesor en pulgadas de la capa i.

m2, m3: Coeficiente de drenaje de la capa i.

Confiabilidad (%R):

El criterio de confiabilidad representa la probabilidad que una estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo a lo previsto, esta probabilidad se encuentra en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento. De acuerdo a la guía AASHTO, es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico, sigue una ley de distribución normal, en consecuencia, se pueden aplicar conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada, por ejemplo, 95% de confiabilidad significa que solo un 5% del tramo pavimentado, no se encontrara con un índice de serviciabilidad previsto, entonces, a mayor nivel de confiabilidad, se incrementara el espesor de la estructura del pavimento a diseñar. La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la ecuación de diseño, para ello se debe usar el coeficiente estadístico conocido como desviación normal estándar (Z_r) (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

Norma CE.010 – Pavimentos Urbanos

La presente se denomina Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2004), 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.

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

El Manual de carreteras DISEÑO GEOMETRICO DG – 2013. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013) forma parte de los manuales de carreteras establecidos por el 34 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.

1.2. Formulación del problema

1.2.1.1. Problema general

¿Cómo es el análisis Comparativo Entre Un Pavimento Flexible Y Un Pavimento Con Geomallas Multiaxiales Triax Tx130s, Carretera Panamericana Norte, Tramo: Km 499+ 000 Al 503 + 000, Distrito Chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022?

Justificación

La presente investigación se realiza debido a las múltiples fallas que se presenta y por ese motivo el uso de la geomalla TriAx TX130S ofrece un mejor desempeño en los sistemas con pavimento ya que a menudo que estas fallan antes de tiempo debido al desplazamiento lateral progresivo y al debilitamiento de la capa de base granular. La geomalla triax mejora la rigidez en las carreteras, pistas de carreo, pistas de despeje o aterrizaje, instalaciones de transporte combinado y demás estructuras que sustentan el tráfico vehicular lo cual ofrece un mejor desempeño en las secciones transitadas optimiza los costos generales de vida útil mediante reducción de las tareas de mantenimiento y los intervalos de rehabilitación que son comunes en los pavimentos tanto flexibles como rígidos. La geomalla brinda una solución simple para endurecer la capa granular y reducir el esfuerzo en la subrasante. Este proyecto busca obtener un producto de buena calidad beneficiando de manera directa a las municipalidades y de manera indirecta a las poblaciones.

Trujillo existe la necesidad de mejorar la serviciabilidad en el transporte motivo por el cual se hace la investigación presente con la adición de geomallas multiaxiales TriAx TX130S, los cuales permite reducir considerablemente que se suelen presentar generando mejores oportunidades laborales en la población y permite optimizar los tiempos de durabilidad del otro propósito justificable de la investigación es demostrar que al aplicar las geomallas multiaxiales en la subrasante de un pavimento asfáltico se puede mejorar el diseño de pavimentos flexibles, muchas veces mejorando y así

reduciendo la capas base y subbase, el cual debe ser un motivo de estudio y con ello lograr una mejor serviciabilidad y fluidez en el transporte vehicular obteniendo también un mayor periodo de diseño puesto que sus condiciones de soporte van a ser mejoradas postergando su estado límite.

Así también se tendrá a consideración que esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente el uso de las geomallas multiaxiales TriAx TX130S en pavimentos flexibles en lugares de topografía accidentada, climas críticos y suelos de mala calidad como suelos blandos con bajo índice de CBR menores a 6 % con el fin de reducir los costos adicionales de proyecto y reducir los impactos ambientales del mismo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento con geomallas multiaxiales Triaxs 130s, carretera Panamericana Norte, tramo: km 499 + 000 al 503 + 000, Distrito de chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar en qué medida existe una relación del aporte estructural de la geomalla multiaxial Triax TX130S con el pavimento flexible en el análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento con

geomallas multiaxiales Triaxs 130s, carretera Panamericana Norte, tramo: km 499 + 000 al 503 + 000, Distrito de Chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022.

- Determinar en qué medida existe diferencia significativa entre el uso y no uso de geomallas multiaxial Triax TX130S con el pavimento flexible en el, Análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento con geomallas multiaxiales Triaxs 130s, carretera Panamericana Norte, tramo: km 499 + 000 al 503 + 000, Distrito de Chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022.

- Determinar en qué medida el uso de geomallas permitirá reducir espesores en capas de pavimento en la carretera Panamericana, en el, Análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento con geomallas multiaxiales Triaxs 130s, carretera Panamericana Norte, tramo: km 499 + 000 al 503 + 000, Distrito de Chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022.

1.4. Hipótesis

El uso de la geomalla multiaxial triax tx1303s reducirá el espesor del pavimento en la carretera panamericana Norte. Km 499+000 al 503+00, Distrito de Chao.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación

El tipo de Investigación es de tipo aplicada, según su propósito por que resuelve un determinado problema donde se emplea tecnología y teorías ya establecidas para solución de problemas reales . según el autor (Supiere, 2010, pág. 05), basándose en resultados, enfocándose en la búsqueda y la aplicación de los conocimientos en la investigación a realizarse.

Diseño de investigación

En la presente investigación se empleara un Diseño no experimental descriptivo (comparativo) y explicativo por que no se manipulo la variable independiente en la carretera panamericana norte según (Hernandez, Fernandez , & Baptista, 2014) expresan que el estudio explicativo esta dirigido a responder problemáticas físicas o sociales de una población , por lo que este proyecto esta regida por la identificación de una problemática y explicar cuales fueron los motivos ; asi como también buscar soluciones para resolver una necesidad de una determinado problema, cualidades, características.

Tecnica de Muestreo

En la presente investigación se ha utilizado la técnica del muestreo no probabilistico por conveniencia, por que según Supiere (2010) solo hace inferencia a la población investigada, es decir únicamente sobre los elementos estudiados.ya que se considera accesibles y de rápida investigación; es por ello en la presente investigacion se basa en la experiencia de

un profesional, con estudios anteriores; es por ello, que se va a seguir la Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos, para la aplicación del método de AASHTO 93, la cual indica las fórmulas y los cálculos que se van a analizar de acuerdo a estudios ya realizados.

El tamaño de la muestra fue respecto al método AASHTO 1993, y a la validación del Ing. Gonzalo Hugo Díaz García de acuerdo a su experiencia; por lo tanto se realizaron 4 calicatas en dicha vía para realizar los ensayos de Proctor y CBR en laboratorio; además, también se realizaron con los ensayos de Análisis granulométrico, límites de consistencia y contenido de humedad recomendado por el manual de carreteras: sección suelos y pavimentos, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 3:

Matriz operacional

Variable	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Forma de medición
Pavimento flexible	Es la estructura compuesta por capas de agregados granulares las cuales se dividen en base, sub base y carpeta asfáltica, (MTC, 2003)	Esta variable se evaluara mediante el calculo de ESSALde acuerdo al diseño de pavimento flexible siguiendo el método AASHTO 93.	Características del suelo(EMS)	- Humedad natural - Granulometría - Limites de consistencia	Nominal Razón
			Estructura del pavimento.	- Proctor y CBR. (sub base, base, carpeta asfáltica)	Razón Razón
Geomallas Multiaxiales Triax TX130s	Álvarez y Bermúdez (2020) explica que la geomalla es un elemento estructural de refuerzo para el pavimento, y asimismo explica que permite la disminución de la base y subbase, en consecuencia, la disminución de costos y la reducción de tiempos de ejecución (p.70). Tiene como objetivos identificar, analizar y diseñar un pavimento flexible.	El uso de las geomallas triaxiales que dieron como resultado un análisis en el espesor de las capas del pavimento la gran diferencia al comparar así como también los parámetros de diseño confiabilidad y eficiencia del pavimento.	Diseño del pavimento	Conteo vehicular, factores de corrección, calculo de ejes EE, desviación estándar, servicialidad, coeficientes estructurales, calculo de drenaje)	Razón
			Diseño de geomalla	Dimensiones de las capas que lo conforman (sub base, base y carpeta de rodadura) aplicando las geomallas.	ordinal
			Comportamiento de la geomalla	Ficha técnica de la geomalla multiaxial, software tensor.	Razón

Nota: En la tabla 3 se presenta la operanilizacion de las variables, para definir el instrumento que se debe utilizar en la investigación.

2.2. Población y muestra

Población: Para el siguiente estudio se considerarán como población la panamericana Norte del distrito de Chao que constan de 25km aproximadamente.

Muestra: Para nuestro caso la muestra comprende la carretera panamericana de la vía de estudio fue de 4 KM de la panamericana Norte :km 499 + 000 al 503 + 000 ubicado en el distrito de Chao, Trujillo, La Libertad 2022.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 4:

Cuadro de técnicas para recolección de datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS	USOS
Técnica de análisis documental	Antecedentes similares al proyecto a investigar	Analizar e interpretar la información para comprender y explicar los resultados que se pudieran obtener
	Libros de pavimentación	
	Normativa MTC	
	Normativa AASHTO	
Codificación de calicatas	Fichas técnicas.	
	Rotulado de cada espécimen	
Codificación de vehículos	Lista de control	
	Lista de conteo vehicular	Obtener un conteo preciso y detallado de los vehículos.

Nota: En la tabla 4 se muestran las técnicas de las cuales se obtuvieron datos específicos en la investigación.

Técnica de Análisis Documental

Esta técnica nos permitirá la recopilación de información bibliográfica para ampliar los conocimientos sobre las infraestructuras viales, geomallas multiaxiales y temas a fines, Artículos de investigación que servirá para estructurar la justificación de la investigación. Para ello se recurrirá a documentación como tesis, artículos y libros, etc.; los cuales nos servirán como sustento durante la etapa de análisis de datos. Los documentos consultados para esta investigación se encuentran detallados en las referencias presentadas al final.

Técnicas de Campo o Gabinete

Observación

La observación directa se realizó con el fin de hacer un reconocimiento general y verificar el estado actual en que se encuentra la carretera. Además de ubicar la zona donde se realizó el conteo de los vehículos.

Esta técnica se basa en la observación directa de nuestro objeto de estudio que viene a ser las vías de pavimentación. Para conocer y analizar las principales características de los sistemas de pavimentos encuestadas, se utilizaron dos formatos técnicos desarrollados en MS Excel. Siendo el primero una ficha de Encuesta y ficha de observación que básicamente permitirá recopilar la información sobre el estado de las carreteras y la ficha de Reporte, donde se examinarán los datos recopilados.

Asi como también para la elaboración del trabajo de investigación se empleo como fuente de consulta la documentación de las firmas especializadas en la producción de geomallas (TRIAX) las cuales presentan sus 40 características,

detalles, trabajos ejecutados (Testimoniales de obra) y ventajas particulares de cada sistema; también se empleó 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 y el programa tensor internacional para la estructura inicial.
2. Cálculo del nuevo espesor de las capas del pavimento con refuerzo empleando las geomallas multiaxiales triax.
3. Análisis de la disminución de espesor del pavimento

Instrumentos

En el presente trabajo de investigación se utilizaron las siguientes guías de observación.

Guía de observación directa

Se empleó este instrumento dado que la técnica permite obtener los datos necesarios y al mismo tiempo observar y realizar y recolectar información para el conteo de carros las cuales permitirá realizar el estudio de tráfico vehicular y obtener el índice medio anual de carros.

Los instrumentos que se usaron son:

- Cuestionario no estructurado y ficha resumen

Es un instrumento utilizado para obtener información con fines de investigación o evaluación, sin embargo, su uso está ampliamente ligado a recopilar la información.

- Formato de clasificación vehicular (Formato del MTC.)

Es un conteo de los vehículos que pasan por un punto determinado y a partir de él se puede obtener información sobre los volúmenes vehiculares que transitan en un punto de interés por periodo de tiempo, su velocidad y hasta el tipo de vehículo.

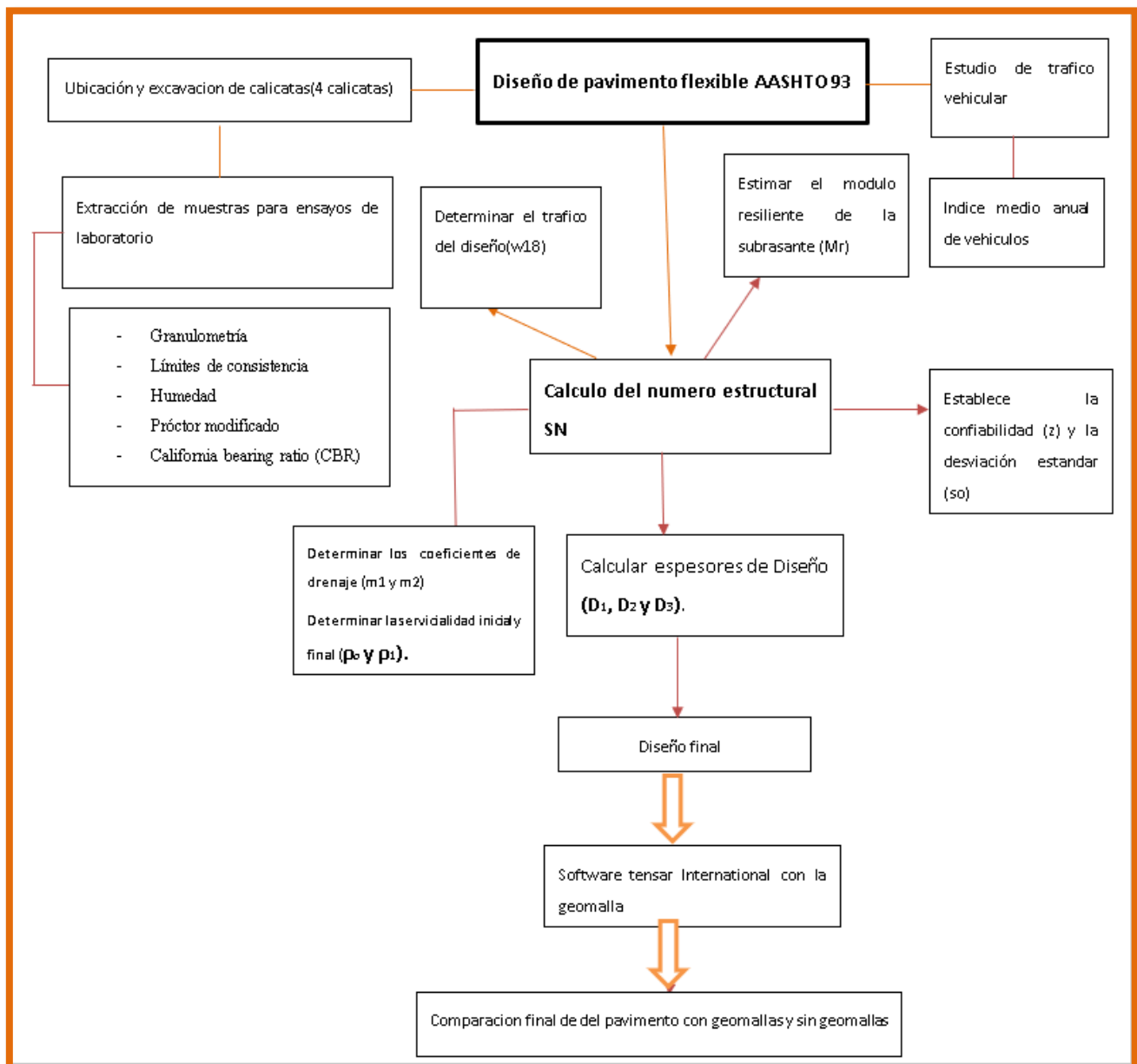
2.4. Aspectos Éticos

La presente investigación respecto a sus aspectos éticos salvaguarda en primer lugar, la propiedad intelectual de los autores respecto a las teorías y conocimientos diversos; citándolos adecuadamente y precisando las fuentes bibliográficas en donde se encuentra lo referenciado, respecto a los indicados Guzman (2018) en ese contexto la propiedad intelectual esta descrita apropiadamente, está referida a los derechos del autor ; sin embargo es solo una parte en mayor parte la tesis fue elaborada revisando muchas investigaciones de tesis, libros, artículos concluyendo así la tesis.

2.5. Procedimiento de análisis de información

Procedimiento experimental en el cálculo de pavimentos por el método AASTHO 93

figura 5: *Procedimiento experimental*



Estudio de tráfico vehicular

El desarrollo de la investigación se inició con la recopilación de datos, para ello se estableció una estación de estudio o conteo en un punto del tramo, siendo este un lugar que se considere seguro. Luego se empezó a tomar nota en los formatos respecto del número y tipo de vehículos que circulaban en una y otra dirección, señalándose la hora en la que pasaba el vehículo por la estación. Los conteos se realizaron las 24 horas corridas. Pero en este caso que se tuvo conocimiento de la hora de mayor demanda, se contó por un periodo de 24 horas, siendo el horario de conteo de: 6.00 AM.- 6.00 PM. Durante una semana. De esta manera se totalizaron los conteos por horas, por volúmenes, por clases de vehículos, por sentido. Determinando la demanda por sentido, en ambos sentidos y la hora de máxima demanda. Para ello se utilizo la siguiente plantilla.

Tabla 5:

Formato de conteo Vehicular

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR																					
ESTUDIO DE TRAFICO																					
TRAMO DE LA CARRETERA		KM 499 + 000 al 503 + 000										ESTACION		CHAO							
SENTIDO		CHAO					E ←					CHAO					CÓDIGO DE LA ESTACION		CHAO		
UBICACION		DISTRITO DE CHAO										DIA Y FECHA		2 JUNIO 2022							
DIA		JUEVES																			
DIAGRA VER.	HORA	AUTO	STATION VAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL	
								2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
	00-01	5	0	4	0	0	0	0	3	0	2	1	2	0	0	1	9	10	6	8	51
	01-02	5	0	4	0	2	2	4	10	7	4	2	0	1	0	0	8	7	15	25	96
	02-03	9	7	3	0	0	5	6	20	5	4	4	15	4	7	3	10	11	19	45	177
	03-04	11	10	26	3	6	6	19	35	13	10	5	23	23	11	0	15	21	15	21	273
	04-05	8	12	32	5	13	12	16	42	6	12	14	25	35	28	4	17	22	25	24	352
	05-06	23	35	22	13	25	14	15	44	15	9	10	19	31	21	3	34	79	58	18	488
	06-07	31	12	23	0	11	35	25	36	19	15	24	19	41	32	4	51	32	19	14	437
	07-08	35	21	48	5	14	31	21	32	31	11	13	30	22	36	9	79	41	31	29	539
	08-09	65	39	42	3	23	21	22	32	10	15	19	10	42	41	10	38	35	29	8	504
	09-10	36	10	35	4	19	19	26	25	14	21	28	27	29	49	12	41	22	12	25	454
	10-11	44	9	26	2	17	13	14	23	10	9	34	31	35	22	17	55	39	11	36	447
	11-12	35	5	48	7	9	23	16	35	12	15	25	10	9	19	5	36	36	25	14	386
	12-13	41	12	72	1	5	23	15	25	11	9	18	8	5	11	7	25	21	16	35	360
	13-14	25	3	52	1	3	32	8	17	22	22	33	10	10	35	10	44	29	31	12	359
	14-15	23	15	49	5	4	18	20	19	37	15	15	7	8	41	21	58	25	22	25	424
	15-16	38	8	23	0	8	10	14	48	27	13	23	5	11	42	36	30	18	45	23	420
	16-17	32	21	62	1	16	12	16	41	15	7	10	16	19	35	32	32	49	38	47	501
	17-18	35	12	72	2	23	16	10	22	4	9	33	10	15	41	16	54	15	48	36	473
	18-19	25	13	45	0	14	14	21	15	5	23	38	8	25	25	21	36	23	37	18	406
	19-20	45	18	41	6	7	11	24	25	2	19	19	4	52	15	10	23	15	44	15	395
	20-21	36	0	23	7	8	8	13	10	6	12	12	3	14	32	22	45	20	19	36	326
	21-22	38	2	12	2	4	7	9	18	4	3	11	19	9	15	15	52	25	40	25	310
	22-23	29	5	22	3	0	2	8	22	5	5	14	10	11	5	15	50	29	15	32	282
	23-24	12	1	11	2	1	1	8	9	2	0	5	3	6	4	10	14	8	9	10	116
	TOTAL	98	39	114	10	33	48	50	87	40	38	59	44	65	81	40	122	90	90	83	8616

Nota: En la tabla N° 5 presenta el formato que se realizo para realizar el estudio de trafico vehicular.

Estudio de mecánica de suelos

Luego se procedio a realizar las ensayos en el laboratorio obtenido de las muestras, para obtener las propiedades físicas – mecánicas del suelo a nivel de subrasante, y asi obtener el diseño del pavimento flexible, se realizo la excavación de 4 calicatas, de profundidad de 1.50m.

Se obtuvo 20 kg de muestra de suelo de cada calicata, las cuales se almacenaron en costales de plástico selladas. Luego se realizaron los siguientes ensayos:

- Granulometria

El análisis granulométrico determina la distribución y proporción de sus diferentes elementos constituyentes y sus tamaños mediante el tamizado y asi conocer el tipo de suelo. En los ensayos realizados en el laboratorio de acuerdo a la clasificación AASHTO precisa que se encuentra clasificado en un suelo A – 3 que viene a ser un suelo arena pobrecon grava y según SUCS clasifica como un suelo SP.

Los resultados se presentan mediante curvas de distribución granulométrica en la cual se grafica el diámetro de partículas en el eje de las abcisas y el porcentaje que pasa.de acuerdo a se detalla en anexos 3 y 4.

figura 6: *Curva granulometrica*



- **Limites de consistencia**

Los límites de Atterberg, establecen la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de contenido de humedad correspondientes a 3 estados de humedad: líquido, plástico y sólido, estos límites también calculan el índice de plasticidad (IP). En el cual indica cuál suelo posee consistencia plástica y se calcula restando el límite líquido con el límite plástico. En los ensayos realizados no presentan límites (ver anexos 3 y 4).

- **Proctor :**

El ensayo de Proctor permitió determinar las propiedades de los suelos tal como la densidad seca y el contenido de humedad óptimo, primero se tamizó bajo la malla N° 4 la muestra seleccionada luego se le adicionó una cantidad de agua para alcanzar su trabajabilidad y así lograr compactar en un recipiente metálico, a través de 5 capas y por cada capa realizada se le aplicó 25 golpes con un pistón metálico, de forma circular hasta alcanzar el grado de compactación, luego se pesó cada ensayo de Proctor con su respectivo porcentaje de humedad, y así se calculó su contenido de humedad (anexo 3,4.5).

- **CBR (california bearing ratio)**

El ensayo CBR se usa para determinar el índice de resistencia de los suelos. El ensayo se realizó para hablar las condiciones de humedad y densidad óptima, consistió en tomar una muestra de suelo con su respectivo contenido óptimo, hallado del Proctor modificado, luego se pesó con el molde, luego se insertó el disco espaciador en el molde cubriendo con un papel filtro luego se elaboró 4 probetas

de 5 capas cada una, con un grado de compactación de 12, 26 y 55 golpes por cada capa de molde, se retira el collar y disco espaciador, posterior se pesó el molde con el suelo compactado y se obtuvo el peso unitario. Por último se colocó la muestra en la máquina de compresión, sobre la superficie del pistón y se obtuvo con el deformímetro las medidas de la carga y penetración, logrando así la capacidad de soporte del suelo. (ver anexo 3,4,5)

▪ **Diseño del pavimento Flexible bajo el método AASHTO**

Para realizar el diseño se obtuvieron los siguientes parámetros mencionados anteriormente.

- **Conteo del tráfico vehicular**
- **Estudio de mecánica de suelos.**

Luego se siguió la siguiente metodología.

- Se obtuvo el cbr requerido
- Se calculó IMDS proyectado, con el periodo de diseño.
- Se calculó la Tasa de crecimiento y Proyección según sus factores de corrección ($F'C'$) obtenidos en las tablas 8 y 9
- Se determinó el factor de crecimiento acumulado obtenidos en la tabla 9.
- Factor de distribución direccional y de carril de acuerdo al factor de distribución y de carril obtenidos en la tabla 10
- Se determinó el número de repeticiones de ejes equivalentes (EE) de acuerdo a las cargas de los vehículos obtenidos en la tabla 11.

- Se determino los factores de equivalencias de los vehículos de acuerdo a sus ejes equivalentes obtenidos en la tabla 12.
- Se realizo el calculo de numero de repeticiones para los ejes equivalentes ESAL obtenidos en la tabla 14.
- Se clasificaron los Rangos de trafico para el diseño de acuerdo a la tabla 16
- Se calculo la clasificación de la desviación estándar que se utilizo en el análisis del diseño.de acuerdo a la tabla 18.
- Bajo las ecuación de AASHTO establecida en la ecuación (1) según las características de los parámetros recomendados como son : Repetición de ejes equivalentes, modulo de resiliencia, confiabilidad (de acuerdo a la tabla 18) , Indice de servicialidad para un pavimento(de acuerdo a la tabla 17), modulo de resiliencia se obtuvieron los coeficientes estructurales de acuerdo a la tabla 22, los valores de drenaje de acuerdo a la tabla 23.
- Llegando a fin que se hallo los números estructurales requeridos (SNR), la cual relaciona al realizar el calculo arroja los espesores requeridos obtenidos en la tabla 25 bajo esta metodología se pueden hallar, teniendo en cuenta los espesores y porcentajes optimos para el diseño.

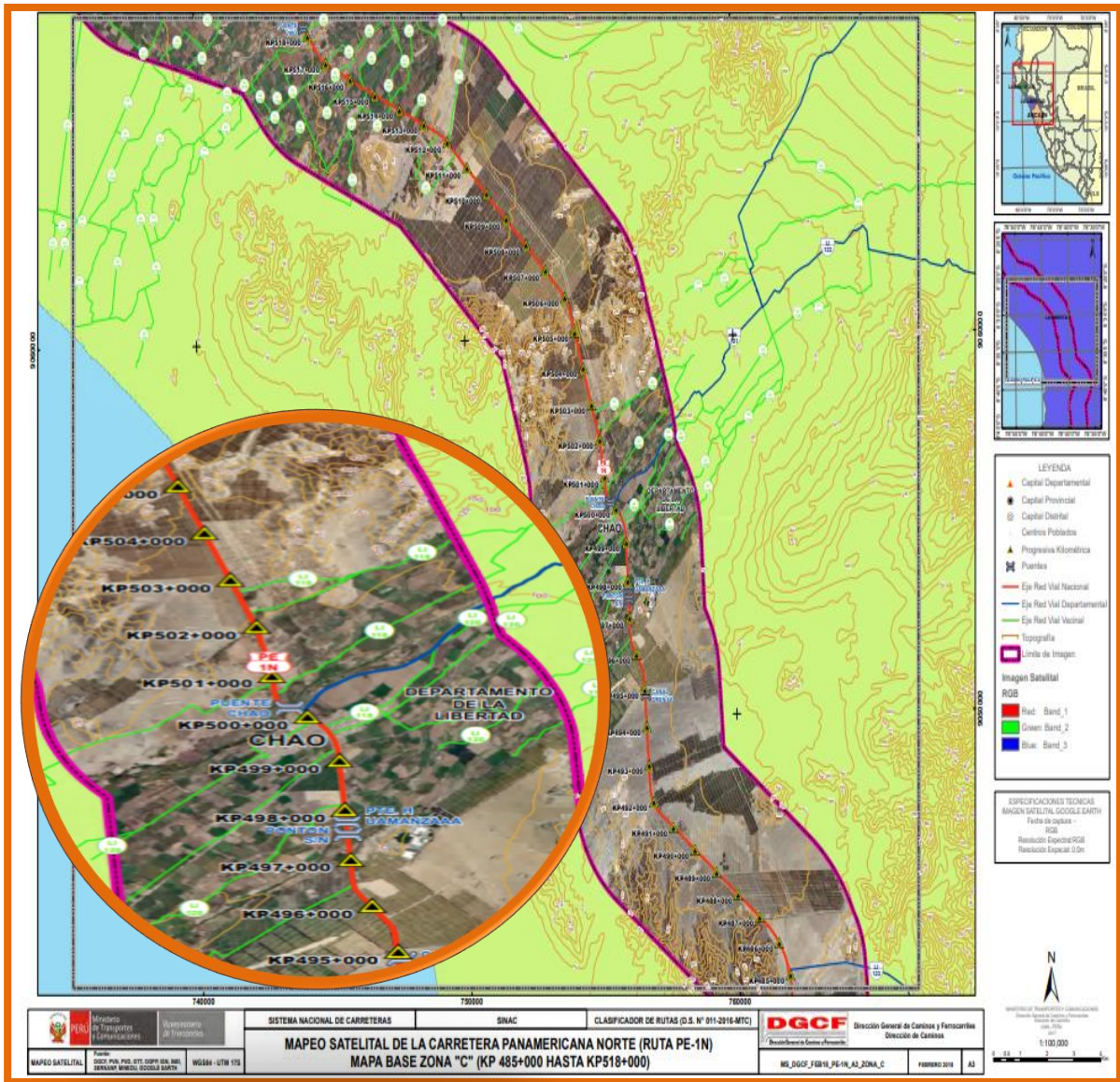
Diseño del pavimento flexible utilizando el software de Tensor

- Una vez obtenido el diseño del pavimento flexible tradicional, bajo la metodología AASHTO 93, y los espesores de las capas estructurales ya calculadas(capa inicial, base y sub base) se utilizara el software de tensor donde se reemplazaron todos estos valores, obteniendo asi nuevos resultados objetivos y reales que permitirá el análisis comparativo del pavimento flexible con y sin geomalla multiaxial.el uso del software también ayudara a visualizar, preparar y comprender los parámetros y requisitos al realizar los proyectos.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

La zona de estudio se desarrollo en la carretera panamericana Norte Km:499 + 000 al 503 + 000 del Distrito de Chao, Trujillo, Departamento La Libertad. El área de estudio se encuentra delimitado en dicho lugar. Donde se aprecia en la siguiente figura.

figura 7: Ubicacion de la zona de estudio



Fuente : Portal del MTC transportes y caminos – imagen satelital

La características del suelo de estudios, en la zona de estudios se realizaron los siguientes ensayos para cada calicata, respetando lo estipulado por el Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones(MTC). A continuacion se muestran los resultados obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 6:

Resumen de los ensayos realizados

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROF. DE MUESTREO (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	GRANULOMETRÍA % QUE PASA			LÍMITES DE CONSISTENCIA		AASHTO	SUCS	CLASIFICACIÓN DESCRIPCIÓN	PROCTOR		CBR 0.1"		CBR 0.2"	
					GRAVA	ARENA	FINOS	LL	IP				M.D.S (g/cc)	O.C.H. (%)	100%	95%	100%	95%
CALICATA 1	C-1 / M-1	0.00-0.20	-1.50	-	-	-	-	-	-	A-3	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-1 / M-1	0.20-1.50		0.50	1.60	95.6	2.8	NP	NP	A-3-a (0)	SP	Arena pobremente graduada congrava	1.911	7.82	21.6	18.0	26.9	22.5
CALICATA 2	C-2 / M-2	0.00-0.20	-1.50	-	-	-	-	-	-	A-3	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-2 / M-2	0.20-1.50		0.70	33.50	61.90	4.60	NP	NP	A-3-a (0)	SP	Arena pobremente graduada congrava	2.169	6.19	30.3	25.7	40.0	33.7
CALICATA 3	C-3 / M-3	0.00-0.20	-1.50	-	-	-	-	-	-	A-2	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-3 / M-3	0.20-1.50		2.90	1.20	82.60	16.20	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	Arena pobremente gradada con limo y grava	1.905	5.86	17.9	14.8	24.4	20.7
CALICATA 4	C-4 / M-4	0.00-0.20	-1.50	-	-	-	-	-	-	A-1	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-4 / M-4	0.20-1.50		1.90	15.20	78.30	6.50	NP	NP	A-1-b(0)	SP-SM	Arena pobremente graduada congrava	1.954	7.86	16.5	13.9	24.0	21.3

Nota: En la tabla 6 se presentan los ensayos realizados en el laboratorio Geocons SRL con el número de muestras y los resultados de los ensayos de acuerdo a su clasificación que dio como resultado el CBR para el análisis del diseño.

Una vez obtenido la clasificación de suelos:

Primero se realizo el estudio de trafico vehicular (IMDA)de acuerdo al reglamento del MTC, se analizó que es una carretera de primera clase con un IMDA de 6000 – 12800. Se obtuvo el conteo de vehículos, de acuerdo a su clasificacion según su tipo y eje equivalente, se realizo el conteo desde el tramo km.499 + 000 al km 503 + 000 de la Panamericana Norte, Distrito chao se escogio ese tramo por que es una via urbana y se encuentra con fisuras y fallas. Se realizó los ensayos de estudio de mecánica de suelos para el calculo de CBR y Mr

Para el Estudio de Mecanica de Suelos(EMS) se realizo el estudio clasificación de suelos, ensayos de granulometría,ensayos de Proctor modificado y ensayo de CBR de las 4 calicatas realizadas de acuerdo a la tabla 4.2 del Manual de Carreteras 1 M_R cada 3km y 1 CBR cada 1km obteniendo como resultado que mediante la clasificación AASHTO A-3 Y SUCS - SP y con un CBR en una categoria S_4 siendo una sub rasante muy buena(De $CBR \geq 20\%$ A $CBR < 30\%$)

Calicatas:

La profundidad de las calicatas fueron de 1.50m las cuales una vez obtenido las muestras estas fueron llevadas al laboratorio para los ensayos correspondientes.

En la tabla 7 se presentan los porcentajes de CBR obtenidos en el laboratorio.

Tabla 7:

Porcentajes de los CBR obtenidos

CALICATAS	PROGRESIVAS	% CBR
C - 1	499 + 000	21.6

C - 2	501 + 000	30.3
C - 3	502 + 000	17.9
C - 4	503 + 000	16.5

Nota: En la tabla 7 se presentan el resultado de los ensayos de CBR obtenidos del laboratorio de las 4 calicatas realizadas.

Luego de obtener los resultados del cbr se utilizo un promedio del total

Obteniendo como resultado 21.57%

Diseño de Pavimento:

Realizado el conteo vehicular , este permitió encontrar el índice medio diario semanal.

Para el IMDS se obtuvo mediante la suma de los vehículos totales por día y se divide por la cantidad de los días de la semana del estudio realizado.

$$ESAL = \sum(IMD_{pi} * Fca * Fd * Fvp_i * \%Veh.* 365) \quad (3)$$

Donde:

IMD_{pi} = Índice medio diario de los vehículos que transitan la vía. Para la presente investigación dicho dato es de 10337 veh/día.

Fca = Factor de crecimiento acumulado.

F_d = Factor direccional.

F_{vpi} = Factor de equivalencia de carga según el tipo de vehículo.

$\%Veh.$ = Porcentaje de tipo de vehículo con respecto al total de vehículos.

365 = Número de días del año.

IMDA se obtuvo mediante la multiplicación del IMDS por el tipo de vehículo, por el factor de corrección estacional de vehículos livianos y pesados.

Para el factor de corrección se toma según el mes de estudio y peaje más cerca al punto de estudio, así mismo como el peaje a tomar se obtuvo del mapa cartográfico de la superintendencia de transporte terrestre de personas, cargas y mercadería SUTRAN.

Tasa de crecimiento y Proyección

Para calcular su F^c de vehículos livianos fue de 1.1221 y su F^c de vehículos pesados fue de 1.0887 según su mes de estudio fue en junio y el peaje más cercano fue el de Virú.

Tabla 8: Factores de Corrección para vehículos livianos y vehículos pesados

Factores de corrección de vehículos livianos por unidad de peaje										Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje											
Nº	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total	Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total		
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros			Ligeros	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC			FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	1.0000	1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	1.0000		
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	1.0000	2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	1.0000		
3	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	1.0000	35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	1.0000		
4	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0000	36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0000		
5	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.0000	37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0000		
6	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	1.0000	43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	1.0000		
7	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	1.0000	44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	1.0000		
8	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	1.0000	45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	1.0000		
9	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0000	46	PAITA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0823	1.1406	1.0000		
10	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	1.0000	47	PAMPA CUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	1.0000		
11	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	1.0000	48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	1.0000		
12	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	1.0000	49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	1.0000		
13	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	1.0000	50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	1.0000		
14	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.0103	1.0405	1.0395	0.8655	1.0000	71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9359	1.0000		
15	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	1.0000	72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	1.0000		
16	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	1.0000	73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	1.0000		
17	VARIANTE DE PASAMAYO	0.9446	0.9314	1.0413	0.9953	1.0835	1.1120	0.9454	1.0000	74	VARIANTE DE PASAMAYO	0.9887	0.9310	0.9776	1.0407	1.0175	0.9947	1.0313	1.0000		
18	VARIANTE DE UCHUMAYO	0.7271	0.6706	1.0249	1.1471	1.1965	1.1952	1.1283	1.0000	75	VARIANTE DE UCHUMAYO	1.0098	0.9718	1.0488	1.0730	1.0687	1.0488	1.0203	1.0000		
19	VESIQUE	0.8541	0.8934	1.0456	1.0853	1.1403	1.1556	1.0155	1.0000	76	VESIQUE	1.0350	0.9958	1.0528	1.0910	1.0936	1.0812	1.0585	1.0000		
20	VIRU	1.0216	0.9810	1.0936	1.0639	1.1199	1.1221	0.9508	1.0000	77	VIRU	1.0480	1.0102	1.0629	1.0926	1.0942	1.0887	1.0686	1.0000		

Nota: En la tabla 8 se presenta la tabla de factores de corrección para vehículos livianos y pesados de acuerdo al Manual de Transportes y comunicaciones donde se indica que de acuerdo a la zona de estudio fue Chao; entonces se tomo el factor de corrección de viru en el mes de junio que fue realizado el conteo de tráfico vehicular.

Luego para hallar la tasa de crecimiento de vehicular se hallaron de las siguientes tablas.

Tabla 9:

Factores de crecimiento para vehiculos livianos y vehiculos pesados

Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%

Nota: En la tabla 9 se presenta los factores de crecimiento para vehículos livianos y pesados de acuerdo al manual de Transportes y comunicaciones .

Para calcular el crecimiento de tránsito se uso la fórmula de progresión geométrica por separado para el componente de crecimiento de tránsito de vehículos de pasajeros .

n: Número de años del periodo de diseño

r: Tasa anual de crecimiento vehicular

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \quad (4)$$

Su periodo de Diseño(N) =30 Años

Su factor de crecimiento poblacional

Tasa de crecimiento poblacional(r_1) = 1.26% $Fca_1=36.184$

Tasa de crecimiento poblacional(r_2)= 2.83% $Fca_2 = 46.287$

Tabla 10:

Factor de crecimiento

Factor	Dato	Unidad de Medida
R	1.087	%
N	30	años
FCA	46.28	

Nota: En la tabla 10 se presenta el factor de crecimiento que se tomo para realizar el análisis del diseño.

Factor de distribución direccional y de carril

El factor de distribución tomada para el calculo del ESAL se necesito el factor de distribución y de carril de los cuales se obtuvo del manual de carreteras, suelos, geotécnica y pavimentos 2014

Tabla 11:

Factor de distribución

Numero De Calzadas	Número De Sentidos	Número De Carriles Por Sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor De Carril (Fc)	Factor Ponderado (Fd X Fc)
1 Calzada	1 Sentido	1	1	1	1
	1 Sentido	2	1	0.8	0.8

	1 Sentido	3	1	0.6	0.6
	1 Sentido	4	1	0.5	0.5
	2	1	0.5	1	0.5
	Sentidos				
	2	2	0.5	0.8	0.4
	Sentidos				
2	2	1	0.5	1	0.5
Calzadas	Sentidos				
	2	2	0.5	0.8	0.4
	Sentidos				
	2	3	0.5	0.6	0.3
	Sentidos				
	2	4	0.5	0.5	0.25
	Sentidos				

Número de Calzadas : **1 Calzada**

Número de Sentidos : **2 Sentidos**

Numero de Carriles : **2 Carriles**

Factor de Dirección (FD) = **0.50**

Factor de Carril (FD) = **0.80**

Nota: En la tabla 11 se presenta el calculo del ESAL para lo cual se necesito el factor de distribución y de carril de los cuales se obtuvo del manual de carreteras, suelos, geotécnica y pavimentos 2014.

Cálculo de ejes equivalentes(EE)

Una vez obtenida el factor direccional y de carril se utilizo la siguiente tabla para identificar las cargas de vehiculo por eje y tipo de vehiculo.

En la tabla 12 se presentan las cargas según ejes equivalente.

Tabla 12:

Tabla de pesos segun ejes equivalentes

Eje(s)	Neumático	Gráfico			Kilos
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	
Simple	2				7,000
Simple	4				11,000
Doble	6				16,000
Doble	8				18,000
Triple	10				23,000
Triple	12				25,000

D.S.Nº034-2001-MTC: "Reglamento Nacional de Vehículos"

Nota: En la tabla 12 se presenta el los pesos equivalentes de acuerdo a las cargas de los vehículos, se obtuvo del manual de carreteras, suelos, geotécnica y pavimentos 2014.

Calculo del factor de equivalencias para pavimentos Flexibles

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.79 \times \log(18 + 1) - 4.79 \times \log(L_x + L_2) + 4.33 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}} \quad (5)$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5}\right) \quad \beta_x = 0.40 + \frac{0.081 \times (L_x + L_2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} \times L_2^{3.23}}$$

FEE = factor de ejes equivalentes

L_x = peso del eje en kips (kilo Libras)

L₂ = código del eje: (simple = 1, tandem = 2, Tridem = 3)

β_x = Factor que depende del tipo y código de eje y del número estructural

P_t = Índice de serviciabilidad final

S_N = Número estructural en pulgadas *D* = Espesor de la losa en pulgadas

En la tabla 13 se presenta el cálculo del factor de equivalencias para afirmado para pavimentos flexibles y rígidos, afirmados.

Tabla 13:

Tabla de factor de equivalencias

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE
Eje Simple de Ruedas Simples	$EE = (P/6.6)^4$
Eje Simple de Ruedas Dobles	$EE = (P/8.2)^4$
Eje tandem (1 Eje Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = (P/8.214.8)^4$
Eje Tandem (2 Ejes de Ruedas Dobles)	$EE = (P/15.1)^4$
Eje Tridem (2 Ejes Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$E(P/20.7)^{3.9}$
Eje Tridem (3 Ejes Ruedas Dobles)	$E = (P/21.8)^{43.9}$

Nota: En la tabla 13 se presenta los factores de equivalencias de los vehículos de acuerdo a sus ejes equivalentes se obtuvo del manual de carreteras, suelos, geotécnica y pavimentos 2014.

Luego de haber obtenido la clasificación de vehículos por tipo y capacidad de carga de ejes equivalentes se obtuvo su número estructural en pulgadas y índice de servicialidad final:

$$Pt = 3 \quad Sn = 4.0 \text{ pulg}$$

Cálculo de Esal de diseño:

Para hallar el cálculo de Esal, obtenemos como dato definida por ASASTHO, como ejes equivalentes (EE) para el periodo de diseño estimado en el análisis que los ejes cargados serán de dos ruedas simples convencionales con 8.2 TON siendo estos los que representan el factor destructivo de las distintas cargas para cada tipo de vehículo pesado sobre un pavimento.

La fórmulas a usar para el cálculo ESAL

$$ESALs' = \left(\sum_{i=1}^m p_i \cdot F_i \cdot P \right) \cdot (TPD) \cdot (FC) \cdot F_d \cdot F_c \cdot 365 \quad (6)$$

Donde:

p_i : Porcentaje del total de repeticiones para el i -ésimo grupo de vehículos o cargas.

F_i : Factor de equivalencia de carga por eje, del i -ésimo grupo de eje de carga (Tablas).

P : Promedio de ejes por camión pesado.

TPD : Tránsito promedio diario.

FC : Factor de crecimiento para un período de diseño en años.




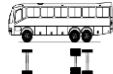






F_d : Factor direccional.

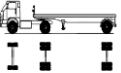

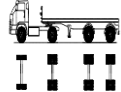



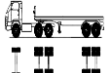
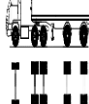

F_c : Factor de distribución por carril.

Encontrados estos datos se expresó en una tabla de Excel los siguientes valores.

Tabla 14:

Calculo Del Numero De Repeticiones Para Ejes Equivalentes Del Diseño

TIPO	VEHICULO GRÁFICO	FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE						F.E.E. TOTAL	FACTOR DIREC. (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	AÑO	(Fca)	ESAL
		IMDs	DELANT.	EJE N° 01	EJE N° 02	EJE N° 03	EJE N° 04						
VHL1_		911	0.00043	0.00043				0.0009	50.45%	0.8	365	36.184	4217
VHL2_		591	0.00523	0.08047				0.0857	52.07%	0.8	365	36.184	278627
B2_		944	0.61244	2.45539				3.0678	52.09%	0.8	365	36.184	15938443
B3_1		177	0.61244	1.28386				1.8963	54.05%	0.8	365	36.184	1916644
B4_1		523	0.49906	1.28386				1.7829	57.71%	0.8	365	36.184	5686064
BA_1		544	0.61244	2.45539	0.61244			3.6803	56.61%	0.8	365	36.184	11974895
_C2		577	0.61244	2.45539				3.0678	55.90%	0.8	365	46.287	13375048
_C3		584	0.61244	1.83605				2.4485	52.20%	0.8	365	46.287	10088641
_C4		371	0.61244	1.35584				1.9683	53.22%	0.8	365	46.287	5252129
_8X4		424	0.49906	1.83605				2.3351	50.99%	0.8	365	46.287	6823881

T2S1		515	0.61244	2.45539	2.45539		5.5232	55.54%	0.8	365	46.287	21353470
T2S2		526	0.61244	2.45539	1.83605		4.9039	54.25%	0.8	365	46.287	18913663
T2Se2		437	0.61244	2.45539	2.45539	2.45539	7.9786	57.28%	0.8	365	46.287	26994380
T2S3		538	0.61244	2.45539	1.75307		4.8209	50.48%	0.8	365	46.287	17695262
T2Se3		498	0.61244	2.45539	2.45539	1.83605	7.3593	56.42%	0.8	365	46.287	27945438
T3S1		505	0.61244	1.83605	2.45539		4.9039	53.04%	0.8	365	46.287	17754526
T3S2		608	0.61244	1.83605	1.83605		4.2845	53.55%	0.8	365	46.287	18855096
T3Se2		527	0.61244	1.83605	2.45539	2.45539	7.3593	60.30%	0.8	365	46.287	31610397
T3S3		545	0.61244	1.83605	1.75307		4.2016	56.99%	0.8	365	46.287	17638680

ESAL = 2.70E+08

Nota: En la tabla 14 se presenta el cálculo de número de repeticiones para los ejes equivalentes que se emplearon en el diseño de acuerdo al manual de carreteras, suelos, geotécnica y pavimentos 2014.

Una vez obtenido los valores para el cálculo del esal se calculó y dando como resultado un Esal de 270099501

Diseño de Pavimento Flexible

Obtenido el cálculo de ESAL para el diseño se continuo con el diseño de pavimento flexible, Para ello se utilizo la siguiente formula.

$$\log(W18) = Z_r * S_o + 9.36 * \log(s_n + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)^{nt}}{0.40 + (10^{94}) / (SN + 1)^{5.19}} + 2.32 * \log(M_r) - 8.07 \quad (7)$$

De las cuales se considero dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.

Tabla 15:

Clasificación del periodo de análisis y vida util del pavimento

Clasificación De La Via	Periodo De Analisis
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de álto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Nota: En la tabla 15 se presenta el periodo de análisis y los años de vida útil del pavimento de acuerdo a la norma técnica de pavimentos urbanos CE 010.

Se clasificó en una via urbana de alto volumen de tráfico

Periodo de análisis 30 años

Luego se procedió según el método de AASHTO 93, su volumen de tránsito de acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones de eje 270099501 nos indica según el Manual de carreteras para el caso de tráfico y el diseño de pavimentos flexibles se define en 2 categorías.

Tabla 16:

Rangos de tráfico

Categoría	Rango De Tráfico Pesado Expresado En Ee		Tipo De Tráfico Expresado En Ee
BAJO	De 150001	A 300000	TP1
VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 300001	A 500000	TP2
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

Nota: En la tabla 16 se presenta el tráfico y diseño para el diseño del pavimento flexible.

Subrasante

De acuerdo a su número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es TP14. Se procedió a identificar las características de la subrasante que están definidas en 6 categorías de subrasante en base a su capacidad de soporte CBR.

Anteriormente se obtuvo como resultado de acuerdo al EMS (estudio de mecánica de suelos) el CBR de la subrasante es 21.57%

Tabla 17:

Categorías de Subrasante

Cbr De La Subrasante	Categoría De La Subrasante	Descripción De La Subrasante
CBR MENORES A 3%	S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3% A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6% A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10% A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20% A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%	S5	Subrasante Extraordinaria

Nota: En la tabla 17 se las categorías de subrasante para el diseño se obtuvo una subrasante S4 .

Y dando como resultado de acuerdo a la tabla que la categoría de la subrasante es un **S4** siendo una subrasante muy buena que viene a estar en el rango de (CBR=20% A CBR<30%)

Confiabilidad

Se tomó según el ESAL de diseño, dicho dato es para saber el comportamiento del pavimento satisfactoriamente en su función de capacidad estructural para ello se tomo 2 características

- ❖ Desviación estándar(S_0). Este dato es la desviación estándar o de la población obtenidos por AASHTO 93 de la cual se encontró de la siguiente tabla.

Tabla 18:

Desviación Estándar

Condicion De Diseño	Desviación Estandar	
	Pav. Rígido	Pav. Flexible
	0.35	0.40

TP14	De	A	95%
	25000001	30000000	

Nota: En la tabla 19 se presenta el cálculo para el factor de confiabilidad de acuerdo al tráfico en el diseño arrojó un tráfico TP14 la cual nos da un 95% de nivel de confiabilidad.

Su factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP14 es 95% de acuerdo a la cantidad de Ejes equivalentes calculados.

La desviación estándar (Z_r) representa el valor de la confiabilidad, y se obtuvo de las tablas brindadas por el manual de carreteras MTC.

$$Z_R = -1.645$$

CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

Índice de servicialidad inicial (P_0) indica como condición original del pavimento después de su construcción o rehabilitación según AASHTO93 estableció para pavimentos flexibles un valor inicial de 4.2 según su cálculo de esal que indica en la siguiente tabla

Índice de servicialidad final (P_t), se usa para indicar cuando la superficie del pavimento ya que no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas para este diseño según el cálculo esal realizado. Su índice de servicialidad final PF para el tipo de tráfico TP14 es 3. Los valores pueden cambiar ambas están expresadas en la siguiente tabla.

Tabla 20:

Índice de servicialidad para un pavimento flexible según su tipo de tráfico

Tipo De Tráfico Expresado En Ee	Rango De Tráfico Pesado Expresado En Ee	Índice De Serviciabilidad Inicial (P0)	Índice De Serviciabilidad Final (Pf)
---------------------------------	---	--	--------------------------------------

TP1	De	A	3.8	2.0
	150001	300000		
TP2	De	A	3.8	2.0
	300001	500000		
TP3	De	A	3.8	2.0
	500001	750000		
TP4	De	A	3.8	2.0
	750001	1000000		
TP5	De	A	4.0	2.5
	1000001	1500000		
TP6	De	A	4.0	2.5
	1500001	3000000		
TP7	De	A	4.0	2.5
	3000001	5000000		
TP8	De	A	4.0	2.5
	5000001	7500000		
TP9	De	A	4.0	2.5
	7500001	10000000		
TP10	De	A	4.0	2.5
	10000001	12500000		
TP11	De	A	4.0	2.5
	12500001	15000000		
TP12	De	A	4.2	3.0
	15000001	20000000		
TP13	De	A	4.2	3.0
	20000001	25000000		
TP14	De	A	4.2	3.0
	25000001	30000000		

Nota: En la tabla 20 se presenta el índice de servicialidad de acuerdo al cálculo de ESAL día como resultado un TP14 y su índice 3.

Se procede a realizar el cálculo del módulo resiliente (M_R) mediante el ensayo T2T4 de la AASHTO 93, tomando como parámetro principal el CBR.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El módulo resiliente en PSI para un CBR de 21.57% es 18241 psi

En la tabla 21 se observa el reemplazo de datos utilizando la fórmula de los coeficientes estructurales

Tabla 21:

Diseño estructural calculado según AASHTO-93

SN Requerido	G _t	N18 Nominal	N18 Calculado	
7.06	- 0.352	8.432	8.441	Correcto!!!

Nota: En la tabla 21 se presenta el cálculo de diseño estructural acuerdo a la fórmula de AASHTO llegando a su fin que los coeficientes estructurales son correctos.

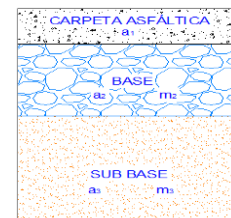
Luego tenemos la siguiente fórmula para encontrar los coeficientes estructurales

$$SN = D_1 \times a_1 + D_2 \times a_2 \times m_2 + D_3 \times a_3 \times m_3 \quad (8)$$

D_i = Espesor de la capa en pulgadas

a_1 = coeficiente estructural de la capa

m_2 = coeficiente de drenaje de la capa



Luego se clasifican los coeficientes estructurales de la capa superior del pavimento, la cual está basada en las correlaciones obtenidas de los ensayos AASHTO de 1958 – 60 obtenidos de la siguiente tabla

Luego se escogió la componente del pavimento para lo cual la carpeta asfáltica será en caliente módulo 2965 Mpa a 20° C y por lo tanto su coeficiente estructural será $a_1 = 0.170$

Para el coeficiente estructural de la base se obtuvo de la siguiente tabla

Para la componente de la base fue de Base Granular 100% compactada al 100% de la MDS y por lo tanto su coeficiente estructural fue de $a_2 = 0.054$

Por último para coeficiente estructural de la sub base se halló de la siguiente tabla 22

Para la componente de la sub - base será de : Sub base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS por lo tanto el coeficiente estructural será $a_3=0.050$ que viene a ser una capa base recomendada para un tráfico mayor a 15'000,000 EE. Por lo tanto los coeficientes estructurales para la capa superior, base y sub – base serán los siguientes.

Tabla 22:

Calculo de los coeficientes estructurales

Descripción	Coficiente	Valor del coeficiente estructural
Carpeta Asfáltica en caliente	a1	0.170 plg.
Base granular	a2	0.054 plg.
Subbase granular	a3	0.050 plg.

Nota: En la tabla 22 se presenta el cálculo de los coeficientes estructurales de las carpetas asfálticas para el diseño el coeficiente estructural será $a_3=0.050$ que viene a ser una capa base recomendada para un tráfico mayor a 15'000,000 EE.

Para el coeficiente de drenaje de capa tenemos la siguiente tabla de valores recomendados para el coeficiente de drenaje

Tabla 23:

Valores de coeficiente de drenaje.

CALIFICACIÓN	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Nota: En la tabla 23 se presenta los valores de coeficiente de drenaje de acuerdo al diseño el porcentaje de tiempo que la estructura del pavimento estará expuesto al nivel de humedad fue de 1%.

Se calculó que el coeficiente de drenaje para base es de $m_2 = 1.40$

Se calculó que el coeficiente de drenaje para sub – base es de $m_3 = 1.40$

Debido a que el tiempo en drenar el agua es menor <1% representa el tiempo que tarda el agua en ser eliminada de la carpeta asfáltica.

Cálculo de espesores de la capa

Una vez encontrado los valores del SN requerido, SN calculado se obtuvo los espesores en CM según la fórmula aplicada nos indica que es correcto.

Tabla 24:

Espesores de pavimento sin geomalla

Sn Requerido	Sn Calculado	Espesores En Cm		
7.06	7.13	14	30	33

Nota: En la tabla 24 se presenta los espesores del pavimento que arroja la formula del método AASTHO 93 .

Se Realiza el resumen de todos los datos obtenidos para obtener los espesores del pavimento para un periodo de 30 años de vida útil.

Tabla 25:

Datos del diseño del pavimento flexible sin geomalla

Pavimento Flexible	Datos
Calculo De Esal	270099501
variable de tiempo	30
tipo de trafico	Tp14
CBR %	21.57
coeficiente de desviacion estandar	0.5
factor de confiabilidad	95%
probabilidad	-1.645
Indice de servicialidad inicial	4.2
Indice de servicialidad final	3
Modulo Resiliente	18241

Nota: En la tabla 25 se presenta los datos del diseño que arrojo el calculo de acuerdo a las formulas del diseño AASHTO.

Haciendo uso de las formulas aplicadas de acuerdo a la norma AASHTO 93 hallamos los espesores requeridos para el pavimento .

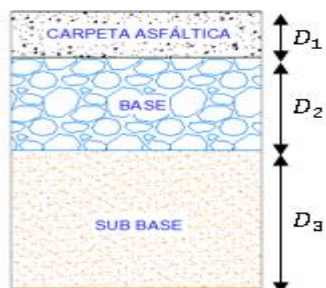
En la tabla 26 se presentan los espesores del pavimento sin geomalla.

Tabla 26:

Espesores del pavimento sin geomalla

Sn Requerido	Sn Calculado	Espesores En Cm		
		14	30	33
7.06	7.13	14	30	33

Nota: En la tabla 26 se presentan los espesores en cm del pavimento.



Espesores del pavimento sin geomalla

$$D_1 = 14\text{cm}$$

$$D_2 = 30\text{cm}$$

$$D_3 = 33\text{cm}$$

Diseño de pavimento flexible reforzado con geomalla Multiaxial Triax TX130S

Para el diseño con geomalla Triax TX130S se utilizó el software *tensor plus* como refuerzo en pavimentos flexibles, la capa de geomalla triax XS de *tensor* sirve para mantener unidas las partículas de la capa base de agregado. Esto permite preservar la capacidad estructural, y a la vez garantizar una mayor rigidez en sus sentidos ortogonales y permite reducir el espesor de la base o subbase de agregado hasta en un 50% y según la AASHTO indica que se realizaron pruebas en laboratorios el índice de ciclos de pavimentos reforzadas con geomallas tiene una mayor duración de vida útil de una manera significativa.

Se realizó el diseño de pavimentos estabilizados con los espesores calculados para obtener la cantidad de ESAL, confiabilidad, desviación estándar, servicialidad inicial y final así como también el módulo resiliente y factor de drenaje.

En la tabla 27 se observa el reemplazo de los datos para realizar el cálculo para el pavimento estabilizado, utilizando el software de *tensor*.

Tabla 27:

Datos para el diseño sin estabilizar con geomalla usando el software

Modo de diseño: Disfraz ESAL requeridos: 270,099,501

estabilizado **no estabilizado**

HMA capa 1
Espesor: 140 milímetro Coeficiente: 0.17

HMA capa 2
 HMA capa 3

base agregada
Espesor: 300 milímetro Coeficiente: 0.054 factor de drenaje: 1.4

subbase
Espesor: 330 milímetro Coeficiente: 0.05 factor de drenaje: 1.4

Módulo resiliente de la subrasante: 125.8 MPa Estabilizar subrasante: No Geosintético de separación: No

Fiabilidad: 95 % Desviación Estándar: 0.5 Utilidad Inicial: 4.2 Terminal: 3

Nota : En la tabla N° 27 se presentan los datos para el diseño usando el software tensor

En la tabla 28 se observa el reemplazo de los datos para realizar el cálculo para el pavimento sin estabilizar. Donde se reemplazan los coeficientes estructurales de la capa superior, base y sub – base y el factor de drenaje de los mismos, con respecto al modulo resiliente confiabilidad, desviación estándar, serviciabilidad inicial y final son los mismos.

Tabla 28:

Datos para el diseño sin estabilizar con geomalla usando el software

Modo de diseño: Disfraz ESAL requeridos: 270,099,501

estabilizado **no estabilizado**

HMA capa 1
Espesor: 140 milímetro Coeficiente: 0.17

HMA capa 2
 HMA capa 3

base agregada
Espesor: 300 milímetro Coeficiente: 0.054 factor de drenaje: 1.4

subbase
Espesor: 330 milímetro Coeficiente: 0.05 factor de drenaje: 1.4

Módulo resiliente de la subrasante: 125.8 MPa Estabilizar subrasante: No Geosintético de separación: No

Fiabilidad: 95 % Desviación Estándar: 0.5 Utilidad Inicial: 4.2 Terminal: 3

Nota: En la tabla N° 28 se presenta los datos para el diseño sin estabilizar

Realizado el cálculo el en software tensor el diseño del pavimento con la geomalla multiaxial Triax TX130S y sin geomalla el diseño del pavimento es el siguiente.

En la figura 8 se muestran los resultados del cálculo del espesor del mejoramiento aplicando la geomalla multiaxial triax TX1303 empleando el software Tensor.

figura 8: *comparacion de las capas del pavimento estabilizados y sin estabilizar*



En la Tabla 29 se observan los espesores de las capas, los coeficientes estructurales adicionado la geomalla multiaxial triax tx 1303.

Tabla 29:

Espesores de las capas, adicionando la geomalla en el

estabilizado	Espesor	coef.	número de serie
HMA capa 1	140mm _ - +	0.170	0.937
Base agregada (TX8)	300mm _ - +	0.082	1.356
subbase	330mm _ - +	0.050	0.909
Número estructural (SN)			3.202
no estabilizado	Espesor	coef.	número de serie
HMA capa 1	140mm _ - +	0.170	0.937
base agregada	300mm _ - +	0.054	0.893
subbase	330mm _ - +	0.050	0.909
Número estructural (SN)			2.739

Nota: En la tabla N° 29 se observan los resultados del numero estructural en software tensor.

Numero estructural con y sin geomalla

Luego de realizar el análisis del software, se obtiene la tabla 30 donde se reflejan los resultados como se reduce el espesor de mejoramiento de la subrasante según el tipo de geomalla que se le aplico al análisis. usando como referencia la capa inicial del ESAL se obtuvo reducciones en la capa superior de 4cm, reducción en la sub – base de 5cm y en la base de 0cm.

Tabla 30:

Espesores del pavimento con y sin geomalla

Geomalla	Pavimento Sin Geomalla	Pavimento Con Geomalla Multiaxial Triax Tx130s	Disminucion De Espesores Obtenidos Con La Geomalla Multiaxial Triax Tx130s
CAPA INICIAL	14	10	4CM
SUB – BASE	30	25.5	4.5CM
BASE	33	33	0CM

Nota: En la tabla 30 se presenta la comparacion de los espesores del pavimento flexible con el pavimento con geomallas triax.

Con respecto al numero estructural SN presentado en la Tabla 29 se observa una diferencia de 0.463 haciendo la diferencia del pavimento con geomalla y sin geomalla.

Para el diseño de pavimento flexible con geomalla multiaxial T13 utilizando el ESAL de diseño calculado inicialmente se obtiene.

Tabla 31:

Datos para el diseño estabilizado con ESAL de diseño

Modo de diseño ESAL requeridos

estabilizado no estabilizado

HMA capa 1
 mín. espesor milímetro máx. espesor milímetro Coeficiente

HMA capa 2

HMA capa 3

base agregada
 mín. espesor milímetro máx. espesor milímetro Coeficiente factor de drenaje

geomalla

subbase
 mín. espesor milímetro máx. espesor milímetro Coeficiente factor de drenaje

Nota: En la tabla N° 30 se presenta los datos para el diseño estabilizado

Para el diseño de pavimento flexible sin geomalla multiaxial se tienen los mismos coeficientes, sin modificar los espesores de la capa de pavimento.

Tabla 32: *Datos para el diseño sin estabilizar con ESAL de diseño*

Modo de diseño ESAL requeridos

estabilizado no estabilizado

HMA capa 1
 mín. espesor milímetro máx. espesor milímetro Coeficiente

HMA capa 2

HMA capa 3

base agregada
 mín. espesor milímetro máx. espesor milímetro Coeficiente factor de drenaje

geomalla

subbase
 mín. espesor milímetro máx. espesor milímetro Coeficiente factor de drenaje

Módulo resiliente de la subrasante MPa Estabilizar subrasante Geosintético de separación

Nota: En la tabla N° 32 se observan los datos aarojas para el diseño sin estabilizar en el software tensar

Se mantienen los espesores para el pavimento flexible sin geomalla multiaxial hallados mediante ASSTHO 93 y se modifican los espesores de capas del pavimento flexible con geomalla multiaxial teniendo como referencia el ESAL de diseño de pavimento flexible tradicional y se obtiene como resultado

figura 9: Pavimento flexible con y sin geomalla con ESAL de diseño



Por ultimo como resultado los espesores de las capas y los coeficientes estructurales de cada capa son:

Tabla 33:

Numero estructural con ESAL de diseño

estabilizado	Espesor	coef.	número de serie
HMA capa 1	140mm	0.170	1.004
Base agregada (TX8)	300mm	0.082	1.356
subbase	330mm	0.050	0.909
Número estructural (SN)			3.269
no estabilizado	Espesor	coef.	número de serie
HMA capa 1	100mm	0.170	1.004
base agregada	255mm	0.054	0.893
subbase	330mm	0.050	0.909
Número estructural (SN)			2.806

Nota: En la tabla N° 33 se observa los espesores finales que arrojo el software tensar

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión:

Con base a los resultados obtenidos en la investigación para el diseño de pavimento dependieron del estudio de tráfico vial realizado, con un total de 4km de longitud de carretera con respecto a los ensayos de suelo realizados en laboratorio.

En la tabla N° 7, se observa los resultados obtenidos; en la primera columna se observa el número de calicatas realizadas, en la segunda columna las progresivas de los km de la carretera, en la tercera columna el resultado de los CBR obtenidos de los ensayos que se ha calculado de acuerdo a las fórmulas y dieron como resultado un CBR promedio de 21.57% de acuerdo al Manual de carreteras del MTC indica que el CBR se encuentra en una categoría muy buena ya que esta en un intervalo de $\text{De CBR} \geq 20\%$ a $\text{CBR} < 30\%$, los resultados se obtuvieron bajo la ecuación AASHTO 93 basados en la norma del MTC, para la obtención del cálculo del ESAL del diseño, y los parámetros fundamentales del diseño para realizar el análisis comparativo. Así como también los autores Lopez (2013), Caballeros (2006), Nuñez (2016), Silvia (2016), Villacorta & Cisneros, P. (2015) y Alvarez (2019) obtuvieron gran similitud en sus resultados obtenidos, en la medida que al hacer la comparación de los espesores de la carpeta asfáltica con el refuerzo al aplicar las geomallas multiaxiales. En la tabla 34, se observa la comparación de espesores de las capas base y sub – base según el método tradicional; y empleando la geomalla en el diseño de refuerzo haciendo un porcentaje de la capa inicial disminuyó 4cm para la sub – base 5cm .

Tabla 34:

Porcentajes disminuidos de los espesores del pavimento con geomalla y sin geomalla

	Pavimento Sin Geomalla	Pavimento Con Geomalla Multiaxial Triax Tx1303s	Porcentaje
CAPA INICIAL	14	10	4
SUB - BASE	30	25.5	5
BASE	33	33	0
TOTAL	77	68	

Nota: En la tabla 34 se presenta los valores de las capas del pavimento con los valores del pavimento con geomalla.

Con respecto a la relación al aporte estructural de la geomalla multiaxial según el análisis realizado de acuerdo al conteo vehicular, índice medio semanal, anual, factores de carga, confiabilidad entre otros factores. En la tabla N° 14, se observa el N° de rep. EE de acuerdo al periodo de diseño estimado el análisis de los ejes cargados serán de 8.2TON siendo estos los que representan el factor destructivo para cada tipo de vehículo pesado sobre un pavimento de esa forma se obtuvo los números estructurales, dando como espesores máximos 0.14, 0.30 y 0.33 de capa inicial, base y sub base obteniendo un total de 0.77m como espesor del pavimento para un periodo de diseño de 30 años. según su análisis comparativo que con la implementación de la geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante aumento las propiedades físicas del pavimento, así como también presenta una mayor rigidez en su estructura y en consecuencia hubo una disminución significativa en la deformación del pavimento ocasionadas por las cargas ejercidas de los vehículos.

Se concluyó que al realizar el análisis comparativo en la figura N° 9, se observa con el uso de la geomalla multiaxial triax actuara como refuerzo en la estructura del pavimento que actuara directo en el comportamiento de las deformaciones o ahuellamientos sufridos a laves que también mostró una reducción del espesor de la capa granular con este resultado se puede deducir el ahorro económico que implica la disminución de los espesores en cuestión de costos. En especial en los suelos con un CBR relativamente reducido y con costos significativos para el material selecto para la base.

En la tabla N° 30, se observa al Comparar la variación de los espesores del pavimento flexible con y sin geomalla multiaxial triax tx130s utilizando la metodología AASHTO 93 y el programa TENSAR INTERNATIONAL se concluye que el espesor de la capa inicial sin geomalla se obtuvo 14cm, con la geomalla multiaxial triax 10cm ,para la sub - base el espesor fue de 30cm y con la geomalla fue de 25.5cm y por ultimo para la base fueron de 33 y 33cm con la geomalla respectivamente.

Limitaciones

La tesis que se desarrolló tuvo como limitaciones las pocas investigaciones realizadas, enfocadas en la utilización de las geomallas Triaxiales o de geosintéticos.

También , fue dificultoso al realizar las calicatas debido a la zona de estudio ya que esta ubicado a 1 hora y media del laboratorio en el que se realizaron los ensayos.

El aporte de la investigación es demostrar la variación en la reducción de los espesores de la capa inicial y sub base que cumple con la norma AASHTO 93, en la estructura del pavimento

flexible mediante el la adición de las geomallas multiaxiales Triaxs, haciendo uso del software Tensor Plus ya que, por ende, permitió la reducción de las capas del pavimento brindando resistencia y minimiza los daños generados en la estructura del pavimento.

Implicancias

Las implicancias en esta investigación de acuerdo a anteriores investigaciones indica que; Si bien se logro reducir el espesor de la capa inicial y la sub base, no se logro conseguir una variación significativa en comparación. asi mismo Lopez (2013) y Caballeros (2006) reafirman lo antes expresado ya que en sus investigaciones obtuvieron reducciones en la capa de la base y subbase.

Conclusiones

Se evidencio las ventajas del estudio para el diseño de pavimentos flexibles con el uso de las geomallas triaxiales como refuerzo, por lo tanto se obtuvo los resultados de trafico vehicular que fue de suma importancia para calcular el ESAL de diseño, debido a esto se obtendrá la cantidad de vehículos que soportaran las cargas de los vehículos diariamente hasta que culmine su vida útil, es por ello que se realizaron ensayos en el laboratorio para identificar el tipo de terreno y obtener el CBR adecuado, con esto sabremos si necesitara refuerzo en la capa de base o sub base agregando algún geosintético, geomalla o algún agregado químico, y como se había mencionado el CBR es indispensable para el análisis comparativo. En la tabla N°25, se muestran los parámetros obtenidos para el diseño del

pavimento flexible sin geomalla el cálculo de ESAL con un valor de 270099501, variable de tiempo será a 30 años, tipo de tráfico TP 14, puesto que tenemos un rango de tráfico de EE mayor a $2.70E+08$, CBR% 21.57, coeficiente de desviación estándar de 0.5, factor de confiabilidad será de 95% , índice de servicialidad inicial de 4.2 , índice de servicialidad final de 3 y como resultado arrojo el modelo resiliente de 18241. Por último en la tabla N° 18, se obtuvo el diseño estructural calculado según AASHTO – 93 luego se obtuvieron los coeficientes de la capa estructural y los coeficientes para los valores de drenaje en la tabla N° 24 Y 25, por lo tanto obteniendo así los espesores en cm del pavimento correspondientes para la carpeta asfáltica se obtuvo un espesor de 14 cm, base de 30 cm y sub base de 33 cm.

ya que se tienen que tomar en cuenta de esto dependerá si debe ir o no el reforzamiento con la geomalla para un mejor aprovechamiento de sus propiedades físicas y mecánicas.

En primera instancia se evidencian las ventajas como el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, distribución de cargas, control de deformaciones debido al módulo de elasticidad con mejor resistencia a tensiones y fuerzas como cortantes.

Se expuso un análisis comparativo donde se tuvo en cuenta los factores que componen la geomalla triaxial, debido a esto se concluye a este elemento como una fuerza externa de gran viabilidad en la construcción de pavimentos flexibles, puesto que reduce espesores, brinda resistencia y minimiza los daños generados en la estructura del pavimento por factores ambientales del suelo.

Tabla 35:

Aspectos comparativos sin geomalla y con geomallas.

Pavimento flexible

Aspectos	
Comparacion sin geomalla	Comparacion con geomalla
<ul style="list-style-type: none"> - Mayor espesor en la base - Mayor espesor en la sub base. - Menor resistencia a fuerzas de tensión. - Las deformaciones generadas en el pavimento serán mayores debido a la ausencia de la geomalla. - El asentamiento diferencial, dependerá directamente del refuerzo en el pavimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuye espesores en la base. - Disminuye espesores en la sub base. - Mayor resistencia a fuerzas de tensión. - Las deformaciones en el pavimento serán menores debido a su modulo elástico. - Control de los asentamientos diferenciales. - Estabilidad en suelos blandos

Nota: En la tabla 35 se presenta los aspectos comparativos del pavimento sin geomalla y con geomalla.

Para obtener los espesores de las capas del pavimento se basaron en la normativa del MTC, así como los criterios brindados por AASHTO 93 y el MTC donde nos indica que para realizar el análisis se debe tener en cuenta su contenido óptimo de humedad, su máxima densidad seca, entre otros criterios, también el uso del software de TENSAR

INTERNATIONAL , para todos estos criterios se utilizaron para comprobar la comparación y llegar a resultados similares, con respecto al Software que implementa la geomalla multiaxial triax en el diseño llegan a tener un margen mínimo de error, esto dependerá del responsable de realizar el diseño donde debe determinar cual será el mejor diseño a calcular ambos diseños realizados tanto el software de tensar como el Excel de calculo de diseño indica que su vida útil del pavimento es de suma importancia.

Recomendaciones.

Para futuras investigaciones se recomienda tener en cuenta las especificaciones técnicas del tipo de geomalla a utilizar, puesto ya que cada tipo cumplen una función diferente teniéndose que seleccionar el mas beneficioso para la vida útil proyectada.

se recomienda a las entidades que al tener ejecutado la infraestructura vial, realizar mantenimientos preventivos cada cierto periodo de tiempo, para que la via se encuentre en su máximo nivel de servicialidad.

Para los futuros tesis orientados a este tema de las geomallas como un método de mejora en la estructura de un pavimento, así mismo tener en claro la problemática de la zona de estudio. Así plasmar en forma concisa, los objetivos del proyecto,

REFERENCIAS

- Alvarez, L., & Bermudez, W. (2020). Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. (Tesis de Pregrado) Colombia. Universidad Piloto de Colombia Seccional Alto Magdalena. 2020. Colombia: investigación. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9344/MONOGRAFIA%20FINAL%20DAVID-NATALY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarez, M. (2019). Estabilización del suelo con el uso de las geomallas triaxiales. Perú (Tesis de Maestría). Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Peruana Los Andes. Perú: investigación. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656525/Kari_BM.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Caballeros, E. ((2006).). *Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2672_C.pdf
- El Manual de carreteras DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2013. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Lima, Perú. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf
- Fan, G. (2017). Prediction of geogrid-reinforced flexible pavement performance using artificial neural network approach 2017. Obtenido de https://publications.aston.ac.uk/id/eprint/40073/1/Geogrid_Reinforced_Flexible_Pavement_Performance_RMPD.pdf
- Gomez, S. (2014). Diseño Estructural del pavimento flexible para el anillo Vial del Ovalo Grau- Trujillo - La Libertad. (Tesis Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería Civil 2014. Perú. Trujillo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/638>
- Guzman, M. (2018). *Influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de las capas del Pavimento Flexible*. Universidad Peruana Los Andes (Licenciatura) Facultad de Ingeniería 2018. Obtenido de <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1037>

- Lopez, J. L. (2013). *Diseño y construcción de pavimentos flexibles aplicado geomallas de propileno como sistema de reforzamiento estructural* (Titulo de Maestría y doctorado en ingeniería civil). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6195/Tesis.%20Jos%c3%a9%20Manuel%20Liz%c3%a1rraga%20L%c3%b3pez%20%28Versi%c3%b3n%20Final%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Minaya, s., & Ordoñez, A. (2006). Diseño estructural de un pavimento flexible. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de ingeniería civil (Instituto de investigadores) Lima 2006. Peru, Peru: Investigación. Obtenido de https://www.academia.edu/34829662/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_INGENIERIA_DISE%3%91O_MODERNO_DE_PAVIMENTOS_ASF%3%81LTICOS_M_Sc_SILENE_MINAYA_GONZ%3%81LEZ
- Ministerio de Transportes y comunicaciones .Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos. Lima . (2013). Lima, Peru. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Miyata, & Yoshihisa, , J. (2015). Reliability analysis of geogrid installation damage test data in Japan. ELSEVIER. Vol. 55. Japon. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038080615000335>
- Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2004. (2004). Lima, Peru. Obtenido de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf
- Nuñez, A. (2016). Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geosintéticos. Universidad Nacional del Altiplano . Puno, Peru. Obtenido de https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/000/561/561653.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20221011%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20221011T140654Z&X-Amz-SignedHeaders=ho

- silvia, M. (2016). Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo tx140 y tx160, aplicando a un tramo de la calle Alemania – la Molina – Cajamarca 2016. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad privada del norte. 2016. Cajamarca, Peru. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10543/Silva%20Arce%20Mayra%20Ayllen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Supiere, R. (2010). Metodología de la investigación. Mexico. Obtenido de https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf
- TDM, G. (2020). REFUERZO ESTRUCTURAL DE LA BASE GRANULAR: CARRETERA IQUITOS - NAUTA . (HBO Ingenieros Consultores 2020. LORETO, Peru. Obtenido de https://www.google.com/search?q=TDM+%28+2020%29++&sxsrf=ALiCzsbbacBffm28lmPg_cJqIwKt9jnh3A%3A1665585763226&ei=Y9JGY_C9DaOE0Ab_lqrwCg&ved=0ahUKEwiw-4m-9tr6AhUjAtQKHx-LCq4Q4dUDCA4&uact=5&oq=TDM+%28+2020%29++&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQAzIGCAAQFhAeMgYIABAWEB
- Tensor, G. G. (2018). Glasgrid. EE,UU, Giorgia. Obtenido de <https://www.google.com/search?q=geomalla+tensor&oq=geomalla+tensor&aqs=chrome..69i57j0i512l2j0i22i30l4.5386j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- villacorta, A., & Cisneros, P. (2015). Diseño del reforzamiento del pavimento flexible con geotextil de la carretera a Puerto Morin. Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo (Tesis de Pregrado) Facultad de Ingeniería civil 2015. Provincia de viru, Peru. Obtenido de [file:///C:/Users/PC/Downloads/REYES%20POZO,%20Brayan%20Michel%3B%20ZAMORA%20ZAVALETA,%20Jos%C3%A9%20Ronny%20\(28\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/REYES%20POZO,%20Brayan%20Michel%3B%20ZAMORA%20ZAVALETA,%20Jos%C3%A9%20Ronny%20(28).pdf)

ANEXOS:

ANEXO 1: Matriz de consistencia

“Análisis Comparativo Entre Un Pavimento Flexible Y Un Pavimento Con Geomallas Multiaxiales Triax Tx130s, Carretera Panamericana Norte, Tramo: Km 499+ 000 Al 503 + 000, Distrito Chao,Trujillo, Departamento La Libertad 2022”					
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION
¿Cómo es el análisis Comparativo Entre Un Pavimento Flexible Y Un Pavimento Con Geomallas Multiaxiales Triax Tx130s, Carretera Panamericana Norte, Tramo: Km 499+ 000 Al 503 + 000, Distrito Chao,Trujillo,	El uso de la geomalla multiaxial triax tx130s mejorara el diseño estructural del pavimento en la carretera panamericana Norte. Km 499+000 al 503+00, Distrito de Chao.	<p>GENERALES:</p> <p>Determinar el análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento con geomallas multiaxiales Triaxs 130s, carretera Panamericana Norte, tramo: km 499 + 000 al 503 + 000, Distrito de chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022.</p> <p>ESPECIFICOS:</p>	<p>VARIABLE 1:</p> <p>Pavimento flexible</p> <p>VARIABLE 2:</p> <p>Geomallas multiaxiales tipo TriAx TX130S</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Investigación aplicada</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Descriptiva (comparativo y explicativo)</p> <p>Técnica de muestreo</p> <p>No probabilístico</p> <p>Técnica:</p> <p>Encuesta</p> <p>Instrumentos:</p> <p>-Diseño de la subrasante</p> <p>- Especificaciones de las geomallas</p>	<p>POBLACION</p> <p>La población consta de 25 km aproximadamente que sera la panamericana Norte CHAO km 480 hasta el Km 505.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>La población objetivo del presente estudio será la vía de la carretera panamericana Norte que consta de 4km desde el km 499+00 al 503+000 distrito .chao,Trujillo, departamento La Libertad 2022.</p>

Departamento La
Libertad 2022?

Determinar en qué medida existe una relación del aporte estructural de la geomalla multiaxial Triax TX130S con el pavimento flexible en el, Análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento con geomallas multiaxiales Triaxs 130s, carretera Panamericana Norte, tramo: km 499 + 000 al 503 + 000, Distrito de chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022.

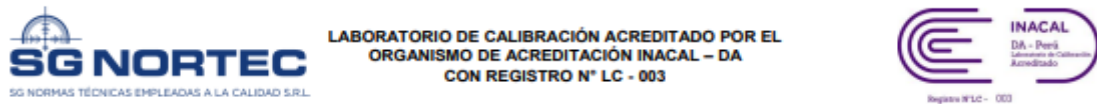
Determinar en qué medida existe diferencia significativa entre el uso y no uso de geomallas multiaxial TX130S con el pavimento flexible en el, Análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento con geomallas multiaxiales Triaxs 130s, carretera Panamericana Norte, tramo: km 499 + 000 al 503 + 000, Distrito de chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022.

Determinar en qué medida el uso de geomallas multiaxiales permitirá reducir espesores en capas de pavimento en la carretera Panamericana, en el, Análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento con geomallas multiaxiales Triaxs 130s, carretera Panamericana Norte, tramo: km 499 + 000 al 503 + 000, Distrito de chao, Trujillo, Departamento La Libertad 2022.

Método de Análisis de datos:

- Tablas,
- cuadros
- gráficos
- software Tensor International

ANEXO 2: Certificado de calibración de equipos de laboratorio.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGM-A-1092-2022**

<p>1. Orden de Trabajo : V5-841-22</p> <p>2. Solicitante : GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.</p> <p>3. Dirección : MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL, LA ESPERANZA, TRUJILLO, LA LIBERTAD</p> <p>4. Instrumento : BALANZA</p> <p>Funcionamiento : NO AUTOMÁTICO</p> <p>Capacidad Máxima : 210 g</p> <p>División de escala (d) : 0,001 g</p> <p>División de verif. de escala (e) : 0,001 g</p> <p>Clase de Exactitud : I</p> <p>Capacidad Mínima (*) : 0,1 g</p> <p>Marca : DIGITAL PRECISION</p> <p>Modelo : DP203P</p> <p>Tipo : ELECTRÓNICA</p> <p>Procedencia : NO INDICA</p> <p>Número de Serie : 2071807002</p> <p>Código de Identificación : NO INDICA</p> <p>Ubicación : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</p> <p>Fecha de Calibración : 2022-06-16</p> <p>Fecha de Emisión : 2022-06-18</p> <p>Lugar de Calibración : INSTALACIONES DE GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.</p>	<p>Este Certificado de Calibración es trazable a los patrones Nacionales o Internacionales, y está expresado en unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados del presente Certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Los resultados, no deben utilizarse como un certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>SG NORTEC S.R.L. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración realizada.</p> <p>La adulteración o uso indebido del presente Certificado constituye un delito y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.</p>
--	--

5. Método de Calibración Empleado
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según el procedimiento PC-011 4ª edición: 2010 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II" de INDECOPI / SNM.

6. Observaciones
(*) Obtenida a partir de la Clase de Exactitud de la balanza.
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
La balanza ha sido calibrada hasta la capacidad de 210 g
El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



 Luis Sanchez Garcia
 Supervisor de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SGTH - 1005 - 2021

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. ORDEN DE TRABAJO | : V5-882-21 |
| 2. SOLICITANTE | : GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L. |
| 3. DIRECCIÓN | : MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL, LA ESPERANZA, TRUJILLO, LA LIBERTAD |
| 4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN | : HORNO |
| MARCA | : PINZUAR |
| MODELO | : PG-2002 |
| NÚMERO DE SERIE | : 152 |
| PROCEDENCIA | : Colombia |
| CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN | : No Indica |
| TEMPERATURA DE TRABAJO | : 105 °C |
| TOLERANCIA | : ± 5 °C |
| CARGA | : 60 % |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO |

5. CONTROLADOR DE TEMPERATURA

Nombre	Marca / Modelo	Código de Identificación	Intervalo de Indicación	Resolución	Tipo de Indicación
Controlador	PINZUAR / PG-2002	No Indica	Hasta 200 °C	0,01 °C	Digital

6. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-12-13

7. FECHA DE EMISIÓN : 2021-12-16

8. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

La calibración se realizó empleando un interfaz de temperatura con 10 termopares calibrado, tomando como referencia el Procedimiento PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático", Segunda Edición - Junio 2009 del SNM - INDECOPI.

9. OBSERVACIONES:

(*) Código indicado en una etiqueta adherida y/o grabado al instrumento.
 El controlador tipo perilla presenta un rotulado en su indicación en 105 °C.
 El tiempo de calentamiento y estabilización fue de aproximadamente 1 hora.
 La calibración se realizó en las instalaciones de GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.
 Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el instrumento cumple la tolerancia ± 5 °C establecido por el cliente.
 Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
 SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
 El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
 El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.




Ing. Andersson Mendoza Zuloeta
 C.I.P. N° 245379
 Supervisor de Laboratorio

F26-P11,V2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGTH - 1005 - 2021

10. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Temperatura de Dirección de Metrología del INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI)

Trazabilidad		SG NORTEC S.R.L.	
Patrón de Referencia	Cert./Inf. de Calibración	Patrón de Trabajo	Cert./Inf. de Calibración
Termómetro Digital	INACAL DM LT-021-2021	LTH-006 Termómetro de Indicación digital con incertidumbre del orden de 0,035 °C hasta 2,2 °C	LO JUSTO SAC E924-1571C-2021-1
	INACAL DM LT-142-2020		
	INACAL DM LT-143-2020		
Termómetro Digital	INACAL DM LT-021-2021	LTH-009 Termómetro de Indicación digital con incertidumbre del orden de 0,035 °C hasta 2,2 °C	LO JUSTO SAC E924-1571C-2021-2
	INACAL DM LT-142-2020		
	INACAL DM LT-143-2020		
LTH-006 Termómetro de Indicación Digital con incertidumbre del Orden de 0,036 °C hasta 0,043 °C	LO JUSTO SAC TE-659-2020	LTH-010 Interfaz de Conmutación	SG NORTEC SRL SGTH-118-2021
LTH-009 Termómetro de Indicación Digital con incertidumbre del Orden de 0,017 °C hasta 0,07 °C	INACAL DM LT-025-2020		



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGTH - 1005 - 2021**

11. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	20.9 °C	22.1 °C
Humedad Relativa	74 %	82 %

CALIBRACIÓN PARA 105 °C ± 5 °C

TIEMPO (min.)	Indicación Controlador de Temperatura (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (° C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	105	103,3	106,7	105,5	106,6	105,2	104,4	105,6	106,3	105,4	106,5	105,6	3,5
02	105	103,3	106,7	105,5	106,7	105,2	104,4	105,6	106,4	105,4	106,5	105,6	3,4
04	105	103,1	106,6	105,5	106,7	105,1	104,3	105,5	106,3	105,4	106,6	105,5	3,6
06	105	103,1	106,7	105,5	106,6	105,2	104,3	105,6	106,4	105,5	106,6	105,6	3,7
08	105	103,1	106,7	105,5	106,6	105,2	104,4	105,5	106,3	105,6	106,5	105,5	3,7
10	105	103,3	106,6	105,5	106,6	105,2	104,4	105,5	106,4	105,6	106,5	105,6	3,5
12	105	103,3	106,6	105,5	106,6	105,1	104,4	105,4	106,5	105,6	106,6	105,6	3,5
14	105	103,3	106,6	105,5	106,7	105,2	104,3	105,6	106,6	105,6	106,6	105,6	3,4
16	105	103,2	106,6	105,6	106,6	105,2	104,3	105,6	106,5	105,6	106,6	105,6	3,6
18	105	103,2	106,6	105,4	106,6	105,1	104,3	105,5	106,4	105,5	106,6	105,5	3,4
20	105	103,2	106,6	105,4	106,6	105,1	104,4	105,5	106,4	105,5	106,6	105,5	3,4
22	105	103,2	106,6	105,5	106,7	105,1	104,4	105,4	106,5	105,5	106,7	105,6	3,6
24	105	103,3	106,7	105,5	106,7	105,2	104,4	105,5	106,5	105,5	106,7	105,6	3,4
26	105	103,3	106,6	105,5	106,7	105,2	104,4	105,5	106,4	105,5	106,7	105,6	3,4
28	105	103,2	106,7	105,5	106,6	105,2	104,4	105,4	106,5	105,6	106,3	105,6	3,6
30	105	103,2	106,6	105,5	106,6	105,1	104,3	105,5	106,4	105,6	106,4	105,5	3,6
32	105	103,3	106,6	105,5	106,9	105,2	104,3	105,6	106,5	105,6	106,7	105,6	3,6
34	105	103,3	106,6	105,5	106,7	105,1	104,4	105,5	106,4	105,6	106,7	105,6	3,4
36	105	103,2	106,7	105,5	106,6	105,2	104,4	105,6	106,5	105,6	106,6	105,6	3,6
38	105	103,3	106,6	105,5	106,6	105,2	104,3	105,7	106,5	105,5	106,5	105,6	3,5
40	105	103,2	106,6	105,5	106,7	105,2	104,3	105,7	106,6	105,5	106,6	105,6	3,5
42	105	103,2	106,7	105,5	106,6	105,2	104,3	105,7	106,5	105,5	106,6	105,6	3,5
44	105	103,2	106,7	105,5	106,6	105,2	104,3	105,7	106,5	105,5	106,6	105,6	3,5
46	105	103,3	106,7	105,6	106,7	105,2	104,3	105,7	106,5	105,6	106,7	105,7	3,4
48	105	103,2	106,7	105,6	106,7	105,2	104,4	105,7	106,6	105,6	106,7	105,6	3,5
50	105	103,4	106,6	105,6	106,6	105,3	104,4	105,7	106,6	105,5	106,6	105,7	3,4
52	105	103,3	106,7	105,5	106,7	105,3	104,4	105,6	106,5	105,6	106,6	105,6	3,4
54	105	103,2	106,6	105,5	106,7	105,2	104,4	105,6	106,5	105,5	106,6	105,6	3,5
56	105	103,3	106,7	105,3	106,6	105,2	104,4	105,6	106,4	105,5	106,4	105,5	3,4
58	105	103,3	106,7	105,3	106,6	105,2	104,3	105,6	106,4	105,4	106,4	105,5	3,4
60	105	103,4	106,6	105,3	106,6	105,3	104,4	105,7	106,4	105,4	106,4	105,6	3,2
T.PROM	105	103,2	106,7	105,5	106,7	105,2	104,4	105,6	106,5	105,5	106,6	105,6	
T.MAX	105	103,4	106,6	105,6	106,9	105,3	104,5	105,7	106,6	105,6	106,6	105,6	
T.MIN	105	103,1	106,6	105,3	106,6	105,1	104,3	105,4	106,3	105,4	106,3	105,4	
D.T	5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	



F26-P11,V2

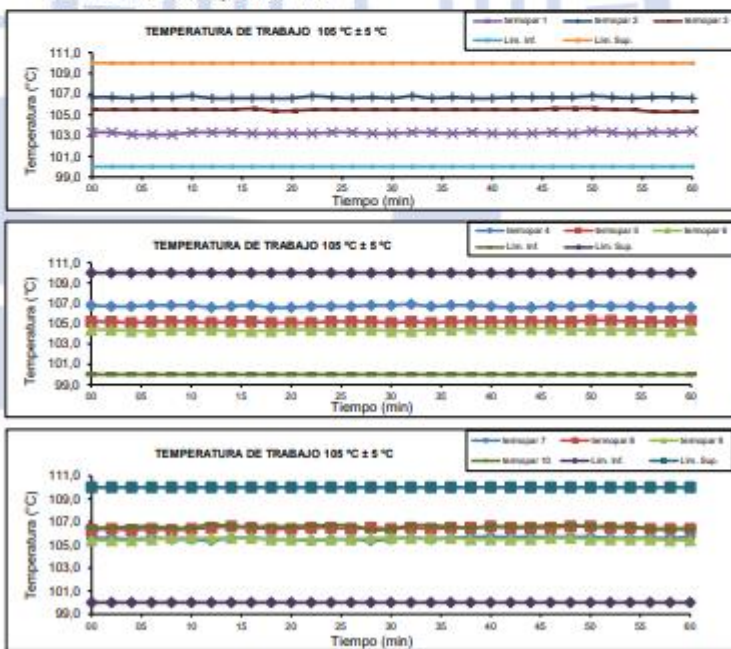
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGTH - 1005 - 2021**

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	106,9	0,26
Mínima Temperatura Medida	103,1	0,26
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,5	0,26
Estabilidad	0,3	0,04
Uniformidad	3,7	0,26



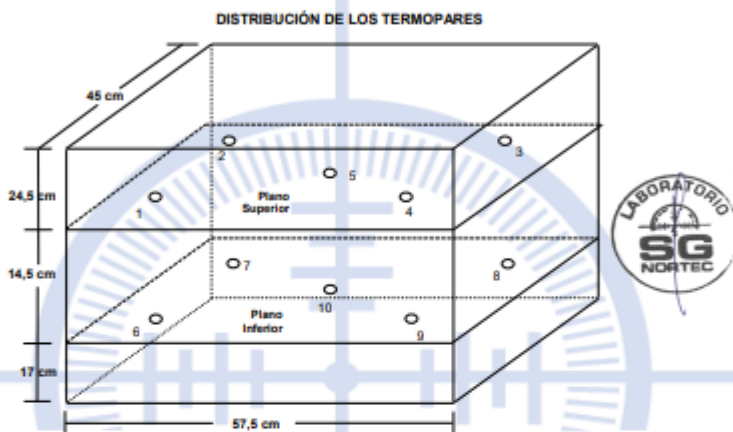
T.PROM. : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
T.prom. : Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX. : Temperatura máxima.
T.MIN. : Temperatura mínima.
DTT. : Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del medio isotermo: 0,5 °C
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.
La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ máx. DTT.



F26-P11_V2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGTH - 1005 - 2021**



Los termopares 5 y 10 están ubicados en las posiciones del 5 y 10 en el centro de sus respectivas parrillas.
 Los termopares 1 al 5 están en las posiciones del 1 al 5 respectivamente, ubicados a 6 cm por encima de la carga.
 Los termopares 6 al 10 están en las posiciones del 6 al 10 respectivamente, ubicados a 1,5 cm por debajo de la carga.
 Los termopares 1 al 4 están en las posiciones del 1 al 4 respectivamente y 6 al 9 están en las posiciones del 6 al 9 respectivamente, ubicados a 5,7 cm de las paredes laterales y a 4,5 cm del frente y fondo del instrumento.

12. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-101-en: 2008 (JCGM 101:2008) "Guía para la Expresión de la incertidumbre en las Mediciones", La cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.
 La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
 La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

.....
 Fin del Certificado de Calibración

F26-P11,V2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGLA - 621 - 2021

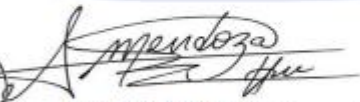
1. ORDEN DE TRABAJO : V5-1008-21
2. SOLICITANTE : GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.
3. DIRECCIÓN : MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL, LA ESPERANZA, TRUJILLO, LA LIBERTAD
4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PROCTOR MODIFICADO
ALCANCE DEL MOLDE : 10 cm x 15 cm
MARCA : No Indica
MODELO : No Indica
NÚMERO DE SERIE : No Indica
PROCEDENCIA : No Indica
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN : M-01-C (*)
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-12-13
6. FECHA DE EMISIÓN : 2021-12-18
7. LUGAR DE CALIBRACIÓN : Instalaciones de GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.
8. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones de lectura de los patrones de trabajo con las medidas realizadas al instrumento a calibrar, tomando como referencia la Recomendación de la Organización Internacional de Metrología Legal OIML R 35-1: 2007 "Material measures of length for general use. Part 1: Metrological and technical requirements".

9. OBSERVACIONES

(*) Código indicado en una etiqueta adherida y/o grabado al instrumento.
El coeficiente de dilatación referencial es de: $1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
El resultado de cada una de las mediciones es el promedio de 5 lecturas realizadas en cada valor nominal.
Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.




Ing. Anderson Mendoza Zuloeta
C.I.P. N° 245379
Supervisor de Laboratorio

F98-P11,V2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SGLA - 621 - 2021

10. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Longitud de Dirección de Metrología del INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

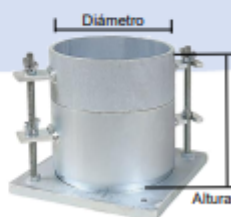
Trazabilidad		SG NORTEC S.R.L.	
Patrón de Referencia	Cert. Inf. de Calibración	Patrón de Trabajo	Cert. Inf. de Calibración
IL-068 Bloque patrón de longitud Grado 0	INACAL DM LLA-C-054-2019	LLA-015 Pie de Rey	METROIL SAC L-0690-2021
IL-135 Bloque patrón de longitud Grado 0	INACAL DM LLA-152-2021		
IL-173 Anillo patrón con incertidumbre de 0,7 µm	INACAL DM LLA-425-2020		
IL-178 Varilla patrón con incertidumbre de 0,3 µm	INACAL DM LLA-048-2021		
IT-449 Termómetro de contacto con incertidumbre de 0,19 °C	METROIL SAC T-1028-2020	LL-014 Regla	METROIL SAC L-0453-2021
IL-048 Regla Patrón de Clase I con incertidumbre de orden de 47 µm	INACAL DM LLA-445-2020		
IL-158 Magnificador óptico con aproximación de lectura de 0,1 mm	INACAL DM LLA-005-2021		

11. RESULTADO DE MEDICIÓN

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	21,9°C	21,8°C
Humedad Relativa	66 %	66 %

DIÁMETRO DEL MOLDE		
Valor Nominal (mm)	Indicación del Patrón (mm)	Corrección Obtenida (mm)
100	116,17	16,17
Incertidumbre de medición:		0,33 mm

ALTURA DEL MOLDE		
Valor Nominal (mm)	Indicación del Patrón (mm)	Corrección Obtenida (mm)
150	152,40	2,40
Incertidumbre de medición:		0,32 mm



F98-P11,V2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGLA - 622 - 2021

1. ORDEN DE TRABAJO : VS-1008-21
2. SOLICITANTE : GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.
3. DIRECCIÓN : MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL, LA ESPERANZA, TRUJILLO, LA LIBERTAD
4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MARTILLO PROCTOR MODIFICADO
- MARCA : No Indica
- MODELO : No Indica
- NÚMERO DE SERIE : No Indica
- PROCEDENCIA : No Indica
- CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN : MP-01 (*)
- UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-12-13
6. FECHA DE EMISIÓN : 2021-12-18
7. LUGAR DE CALIBRACIÓN : Instalaciones de GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.
8. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones de lectura de los patrones de trabajo con las medidas realizadas al instrumento a calibrar, tomando como referencia la Recomendación de la Organización Internacional de Metrología Legal OIML R 35-1:2007 "Material measures of length for general use. Part 1. Metrological and technical requirements".

9. OBSERVACIONES

(*) Código indicado en una etiqueta adherida y/o grabada al instrumento.

El coeficiente de dilatación referencial es de: $1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

El resultado de cada una de las mediciones es el promedio de 5 lecturas realizadas en cada valor nominal.


Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.




Ing. Anderson Mendoza Zuloeta
C.I.P. N° 245379
Supervisor de Laboratorio

F98-P11,V2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGLA - 622 - 2021

10. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Longitud de Dirección de Metrología del INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad		SG NORTEC S.R.L.	
Patrón de Referencia	Cert./Inf. de Calibración	Patrón de Trabajo	Cert./Inf. de Calibración
IL-068 Bloque patrón de longitud Grado 0	INACAL DM LLA-C-054-2019	LLA-015 Pie de Rey	METROIL SAC L-0690-2021
IL-135 Bloque patrón de longitud Grado 0	INACAL DM LLA-152-2021		
IL-173 Anillo patrón con incertidumbre de 0,7 µm	INACAL DM LLA-425-2020		
IL-178 Varilla patrón con incertidumbre de 0,3 µm	INACAL DM LLA-046-2021		
IT-449 Termómetro de contacto con incertidumbre de 0,19 °C	METROIL SAC T-1028-2020	LL-014 Regla	METROIL SAC L-0453-2021
IL-048 Regla Patrón de Clase I con incertidumbre de orden de 47 µm	INACAL DM LLA-445-2020		
IL-158 Magnificador óptico con aproximación de lectura de 0,1 mm	INACAL DM LLA-005-2021		

11. RESULTADO DE MEDICIÓN

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	21,5 °C	21,8 °C
Humedad Relativa	67 %	66 %

DIÁMETRO DEL MARTILLO		
Valor Nominal (mm)	Indicación del Patrón (mm)	Corrección Obtenida (mm)
50	50,57	0,57
Incertidumbre de medición:		0,30 mm



12. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

F98-P11,V2

ANEXO 3: Ensayos de laboratorio c-1

GEOCONS S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

SOLICITANTE : YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO	
TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022"	MUESTREADO POR : Solicitante
MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE	ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
CANTERA : ---	REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
CALICATA : C-1	HECHO POR : Geocons, srl
PROF. : 1:50	FECHA : 09/06/2022
UBICACIÓN : KM 499+000	
COORD. UTM : ESTE: --- NORTE: ---	

TAMIZO	ABERT. mm.	PESO RET.	% RET. PARC.	% RET. AC.	% Q. PASA	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4 1/2"	114.300						PESO TOTAL = 1.000,0 gr
4"	101.600						PESO GRAVA = 15,8 gr
3 1/2"	88.900				100,0		PESO ARENA = 965,6 gr
3"	76.200				100,0		PESO FINO = 28,4 gr
2 1/2"	63.500				100,0		LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
2"	50.800				100,0		LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
1 1/2"	38.100		0,0	0,0	100,0		ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1"	25.400		0,0	0,0	100,0		CLASF. AASHTO = A-3 (0)
3/4"	19.050		0,0	0,0	100,0		CLASF. SUCCS = SP
1/2"	12.700		0,0	0,0	100,0		MAX. DENS. SECA = 1.911 (gr/cm ³)
3/8"	9.525		0,0	0,0	100,0		OPT. CONT. HUM. = 7.82 %
1/4"	6.350		0,0	0,0	100,0		CBR 0.1" (100%) = 21,5 %
# 4	4.750	15,8	1,6	1,6	98,4		CBR 0.2" (100%) = 26,9 %
# 6	2.380		0,0	1,6	98,4		% Grava = 1,6 %
# 10	2.000	1,7	0,2	1,8	98,3		% Arena = 98,6 %
# 20	0.850	0,8	0,1	1,8	98,2		% Fino = 2,8 %
# 40	0.420	106,0	10,6	12,4	87,6		HUMEDAD NATURAL = 0,5 %
# 60	0.300		0,0	12,4	87,6		Observaciones : Excelente a bueno como subrasante
# 80	0.250	527,2	52,7	65,2	34,9		
# 100	0.150	261,4	26,1	91,3	8,7		
# 200	0.075	58,7	5,9	97,2	2,8		
< # 200	FONDO	28,4	2,8	100,0	0,0		
FRACCIÓN TOTAL		984,2					
		1.000,0					

Coef. Uniformidad	2	Índice de Complejidad	-
Coef. Curvatura	1,0		-
Índ. de Expansión	Bajo		-


Descripción suelo: Arena pobremente gradada

CURVA GRANULOMÉTRICA

<p>Tec. Responsable</p>	<p>Ing. Responsable</p> <p>DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL O.P. N° 191409 Especialista en Geotecnia</p>	<p>Supervisión</p>
-------------------------	--	--------------------

Chalco Alfaro;Y


Pág.
104



GEOCONS S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

LIMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17+1 - AASHTO T-99 Y T-90

<p>SOLICITANTE : YUDITH NOEMI CHALCO ALFARO</p> <p>TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022"</p> <p>MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE</p> <p>CANTERA : ---</p> <p>CALICATA : C-1</p> <p>PROF. : 1.50</p> <p>UBICACIÓN : KM. 499+000</p> <p>COORD. UTM : ESTE: NORTE:</p>	 <p>MUESTREADO POR : Solicitante</p> <p>ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.</p> <p>REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.</p> <p>HECHO POR : Geocons S.R.L.</p> <p>FECHA : 09/09/2022</p>
--	---

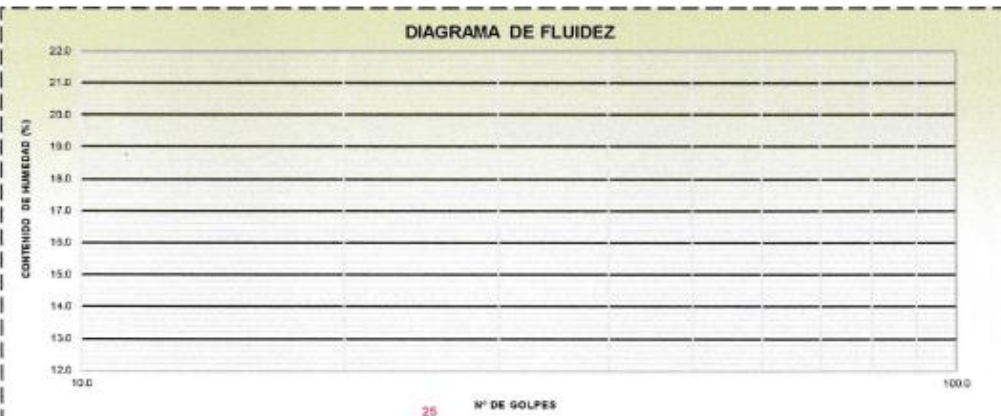
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA	N.P.			
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				



LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA	N.P.			
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ




CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES:
LÍMITE LÍQUIDO : N.P.	
LÍMITE PLÁSTICO : N.P.	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD : N.P.	

<p>Rec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p> <p style="text-align: center;">  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL/CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia </p>	<p>Supervisión</p>
--	---	---------------------------



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666


HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108, ASTM D2216-19			
SOLICITANTE	: YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAJIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMNTO LA LIBETAD 2022"		
MUESTRA	: TERRENO NATURAL - SUBRASANTE		
CANTERA	: —		
CALICATA	: C-1		
PROF.	: 1:50		
UBICACIÓN	: KM. 499+000		
COORD. UTM	: ESTE	: NORTE	
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	182.32	199.08	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	181.51	198.16	
Peso de Tara (gr.)	13.22	12.91	
Peso de Agua (gr.)	0.81	0.92	
Peso Mat. Seco (gr.)	168.29	185.25	
Humedad Natural (%)	0.48	0.50	
Promedio de Humedad (%)	0.5		
OBSERVACIONES:			
Tec. Responsable	Ing. Responsable	Supervisor	
	 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N.º 191809 Especialista en Geotecnia		



GEOCONS S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

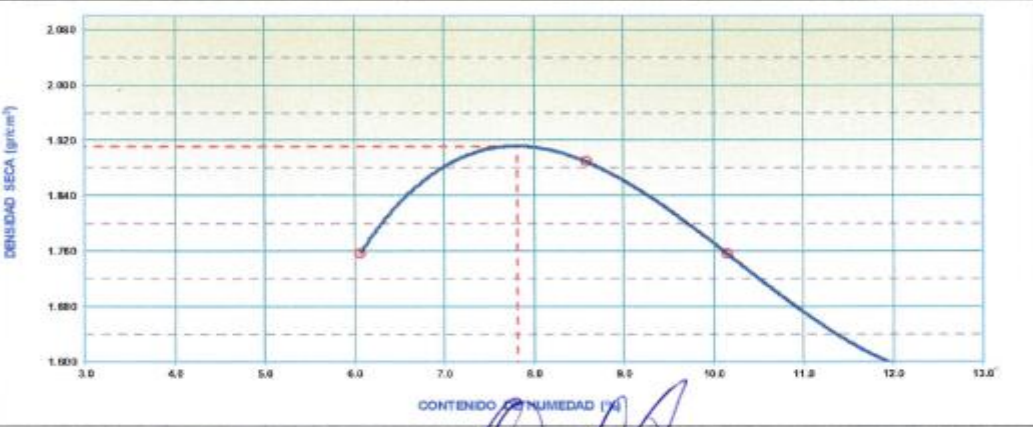
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 12a1 - AASHTO T-180 D

SOLICITANTE	YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		 <p>GEOCONS S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p>
PROYECTO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022		
MUESTRA	TERRENO NATURAL - SUBRASANTE		
CANTERA	---		
CALICATA	C-1		
PROF.	1.50		
UBICACIÓN	KM. 499+000		
COORDENADAS UTM	ESTE	NORTE	MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. HECHO POR : Geocons srl FECHA : 09/09/2022

COMPACTACIÓN				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"			
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25			
NÚMERO DE CAPAS	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5894	6072	5961	5820
PESO DE MOLDE (gr)	4127	4127	4127	4127
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1767	1945	1834	1693
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.864	2.052	1.935	1.786
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.757	1.889	1.756	1.593
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	146.13	189.30	142.55	176.92
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	138.64	172.59	130.57	159.48
PESO DE LA TARA (gr)	15.15	12.87	12.57	15.24
PESO DE AGUA (gr)	7.49	13.71	11.98	17.44
PESO DE SUELO SECO (gr)	123.49	159.72	118.00	144.24
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.07	8.58	10.15	12.09
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.911		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 7.82	

CURVA DE COMPACTACIÓN Generar Gráfico



<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p> <p style="text-align: center;">  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia </p>	<p>Supervisión</p>
--	---	---------------------------

GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	YUDITH NOEMI CHALCO ALFARO		<p>MUESTREADO POR: Solicitante ENSAYADO POR: Tec. Carlos E. M. REVISADO POR: Ing. Demetrio C. P. HECHO POR: Geocons srl FECHA: 08/05/2022</p>
PROYECTO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022		
MUESTRA	TERRENO NATURAL - SUBRASANTE		
CANTERA	---		
CALICATA	C-1		
UBICACIÓN	KM. 499+000		
COORDENADAS UTM	ESTE:	NORTE:	

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.911 g/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDI: 7.82 %

CAPACIDAD: 10000 Lbs.

ANILLO: 1

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde Nº	5		5		5	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12783		12422		12292	
Peso de molde (gr)	8460		8330		8410	
Peso del suelo húmedo (gr)	4323		4092		3882	
Volumen del molde (cm ³)	2102		2102		2104	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.057		1.947		1.845	
Humedad (%)	7.33		7.07		7.96	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.917		1.818		1.799	
Tarro Nº	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	171.62		149.67		165.49	
Tarro + Suelo seco (gr)	160.85		140.63		154.44	
Peso del Agua (gr)	10.77		9.04		11.05	
Peso del tarro (gr)	13.82		12.68		15.40	
Peso del suelo seco (gr)	147.03		127.96		139.04	
Humedad (%)	7.33		7.07		7.95	
Promedio de Humedad (%)	7.33		7.07		7.95	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION


PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 11				
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	
pulg.	minutos	kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	%
0			0			0			0			0		
0.025			66.3	3		91.3	3		39.6	2				
0.050			136.2	7		185.2	5		87.2	4				
0.075			205.2	10		184.1	9		175.5	9				
0.100	70.3		314.8	16	15.2	21.6	276.2	14	12.67	18.0		261.2	13	11.93
0.150			422.8	21			375.5	19		361.1	18			
0.200	105.5		583.1	29	28.4	26.9	441.3	22	23.75	22.5		422.6	21	22.62
0.250			695.2	35			584.4	29		534.8	27			
0.300			831.9	42			683.4	34		628.6	32			
0.400			915.2	46			762.9	39		725.0	37			
0.500			1155.2	59			850.3	43		805.3	41			

Tec. Responsable

Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP Nº 191809
Especialista en Geotecnia

Supervisión



GEOCONS S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUIMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883-16)

SOLICITANTE : YLDITH NOEMI CHALLCO ALFARO

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022"


MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRABANTE

CANTERA : ---

CALICATA : C-1

UBICACIÓN : KM. 499+000

COORDENADAS UTM : ESTE: _____ NORTE: _____



GEOCONS S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUIMICOS

MUESTREADO POR : Solitante

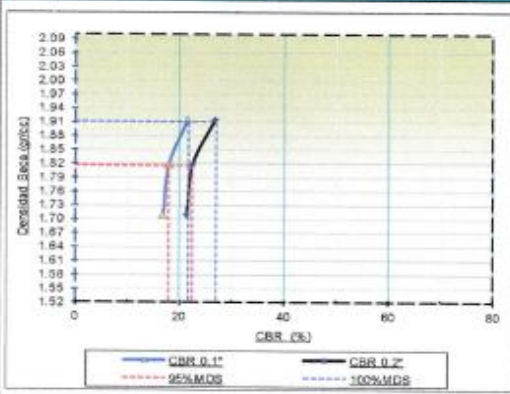
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. M.

REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.

HECHO POR : Geocons S.R.L.

FECHA : 09/06/2022

GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR



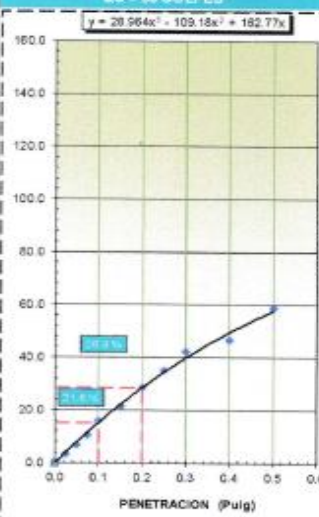
RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 21.6	0.2": 26.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 18.0	0.2": 22.5

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.911 gr/cc
Óptimo Humedad	7.82 %

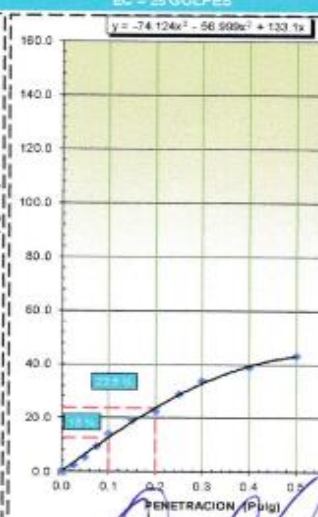
OBSERVACIONES:

EC = 96 GOLPES



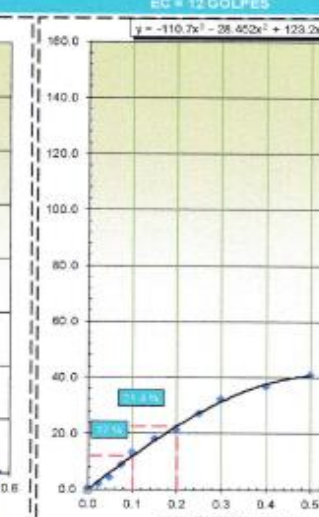
$y = 20.964x^3 - 109.18x^2 + 182.77x$

EC = 25 GOLPES




$y = -74.124x^3 - 56.809x^2 + 133.1x$

EC = 12 GOLPES



$y = -110.7x^3 - 26.452x^2 + 123.2x$

Tec. Responsable

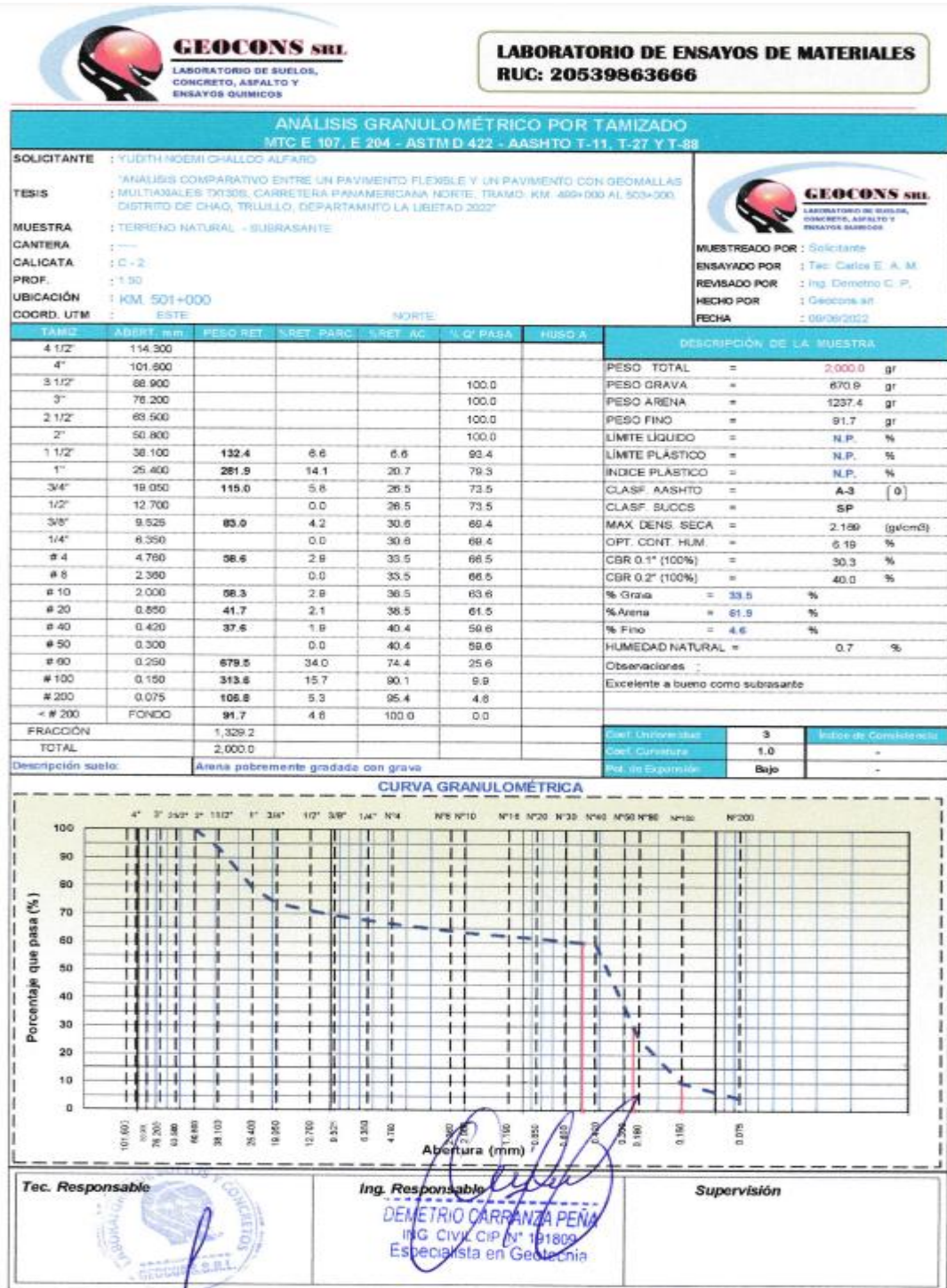



Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

Supervisión


ANEXO 4: Ensayos de Laboratorio C - 2





LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

LIMITES DE CONSISTENCIA
MTG E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1 - AASHTO T-99 Y T-90


SOLICITANTE : YUDITH INDEMI CHALLCO ALFARO TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022" MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE CANTERA : --- CALICATA : G-2 PROF. : 1.50 UBICACIÓN : KM. 501+000 COORD. UTM : ESTE NORTE	 MUESTREO PC : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. HECHO POR : Geocons srl FECHA : 09/06/2022
---	---

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)


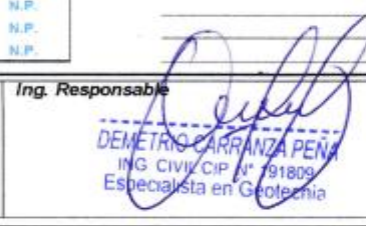
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO	N.P.		
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO	N.P.		
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

DIAGRAMA DE FLUIDEZ


CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA LÍMITE LÍQUIDO : N.P. LÍMITE PLÁSTICO : N.P. ÍNDICE DE PLASTICIDAD : N.P.	OBSERVACIONES:
--	-------------------------------

Tec. Responsable 	Ing. Responsable 	Supervisión
--	--	------------------------



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108, ASTM D2216-19			
SOLICITANTE : YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p> <p>MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. HECHO POR : Geocons srl FECHA : 00/06/2022</p>	
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBETAD 2022			
MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE			
CANTERA : —			
CALICATA : C-2			
PROF. : 1.50			
UBICACIÓN : KM. 501+000			
COORD. UTM : ESTE NORTE			
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	225.15	217.34	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	223.08	215.43	
Peso de Tara (gr.)	15.38	17.16	
Peso de Agua (gr.)	2.07	0.91	
Peso Mat. Seco (gr.)	207.70	199.27	
Humedad Natural (%)	1.00	0.46	
Promedio de Humedad (%)	0.7		
OBSERVACIONES:			
<p><i>Tec. Responsable</i></p> 	<p><i>Ing. Responsable</i></p> <p style="text-align: center;">  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia </p>	<p><i>Supervisor</i></p>	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
MTC E 115 - ASTM D 1557 12a1 - AASHTO T-180 D					
SOLICITANTE	: YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO				
PROYECTO	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAJSALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBETAO 2022"				
MUESTRA	: TERRENO NATURAL - SUBRASANTE				
CANTERA	: ---				
CALICATA	: C - 2				
PROF.	: 1.50				
UBICACIÓN	: KM. 501+000				
COORDENADAS UTM	ESTE	NORTE			
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "C"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10542	10916	10679	10701	
PESO DE MOLDE (gr)	6066	6066	6066	6066	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4476	4850	4813	4635	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2105	2105	2105	2105	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	2.128	2.304	2.286	2.202	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.046	2.169	2.117	2.004	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	175.27	182.51	188.11	185.07	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	169.26	172.55	175.15	169.61	
PESO DE LA TARA (gr)	17.22	12.64	13.14	13.09	
PESO DE AGUA (gr)	6.01	9.96	12.96	15.46	
PESO DE SUELO SECO (gr)	152.04	159.91	162.01	156.52	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.95	6.23	8.00	9.88	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.169			ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.19
CURVA DE COMPACTACIÓN					
Generar Gráfico					
Tec. Responsable			Ing. Responsable		
			Supervisión		

GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1583)

SOLICITANTE	YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		<p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p> <p>MUESTREADO POR: Solicitante ENSAYADO POR: Tec. Carlos E. M. REVISADO POR: Ing. Demetrio C. P. HECHO POR: Geocons srl FECHA: 09/06/2022</p>
PROYECTO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TRIAX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022		
MUESTRA	TERRENO NATURAL - SUBRASANTE		
CANTERA			
CALICATA	0-2		
UBICACIÓN	KM. 501+000		
COORDENADAS UTM	ESTE:	NORTE:	

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.169 g/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.19 %

CAPACIDAD : 10000 Lbs.

ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

	Molde N°		Molde N°		Molde N°	
	5	5	25	25	12	12
Molde N°						
N° Capa						
Golpes por capa N°						
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13306		12945		12785	
Peso de molde (gr)	8470		8360		8430	
Peso del suelo húmedo (gr)	4836		4585		4355	
Volumen del molde (cm ³)	2102		2102		2104	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.301		2.181		2.070	
Humedad (%)	6.00		6.01		5.96	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.171		2.057		1.964	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	183.84		159.28		166.37	
Tarro + Suelo seco (gr)	155.49		151.07		178.64	
Peso del Agua (gr)	8.35		8.21		8.73	
Peso del tarro (gr)	16.25		14.38		13.42	
Peso del suelo seco (gr)	139.24		136.69		163.22	
Humedad (%)	5.96		6.01		5.96	
Promedio de Humedad (%)	5.00		6.01		5.96	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11				
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
pu/g	minutos	kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	%
0.025			0			0			0			0		
0.050			34.3	4		57.4	3		77.4	4				
0.075			204.4	10		159.2	8		166.3	6				
0.100			341.9	17		284.1	14		244.1	12				
0.150		70.3	434.5	22	21.3	369.7	19	17.95	319.7	18	16.78	23.9		
0.200		106.5	605.0	31		528.5	27		468.5	24				
0.250			804.4	41	42.2	669.3	34	35.28	609.3	31	30.30	28.7		
0.300			1013.8	51		875.1	44		725.1	37				
0.400			1275.4	65		1012.0	51		832.0	42				
0.500			1515.0	77		1242.8	65		942.8	48				
			1528.1	83		1445.1	75		1145.1	58				

Tec. Responsable

Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 91809
Especialista en Geotecnia

Supervisión



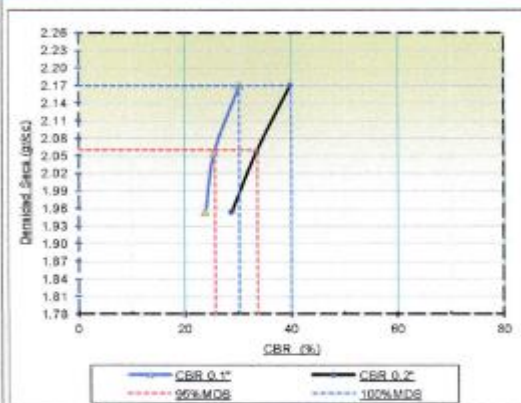
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883-16)

SOLICITANTE : YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022
MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE
CANTERA : ---
CALICATA : C-2
UBICACIÓN : KM. 501+000
COORDENADAS UTM : ESTE: NORTE:

GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS
MUESTREADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos S. M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
HECHO POR : Geomark S.R.
FECHA : 05/06/2022

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



RESULTADOS:

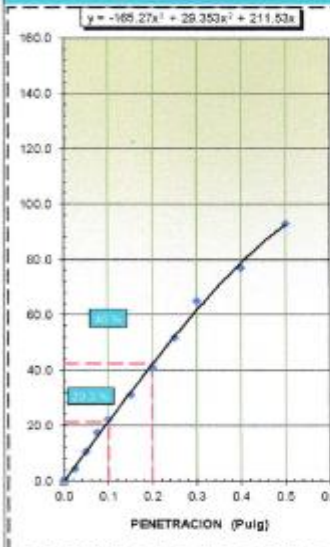
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	30.3	0.2":	40.0
C.B.R. AL 99% DE M.D.S. (%)	0.1":	25.7	0.2":	33.7

Datos del Proctor

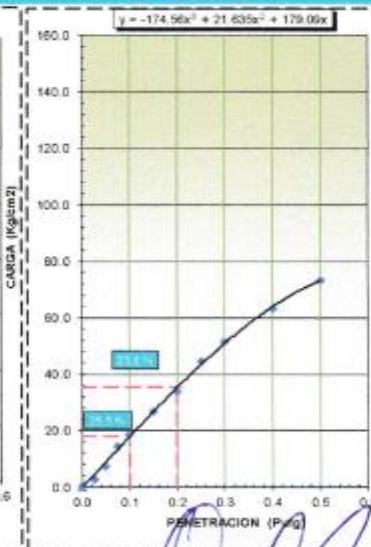
Densidad Seca	2.169	gr/cc
Optimo Humedad	6.19	%

OBSERVACIONES:

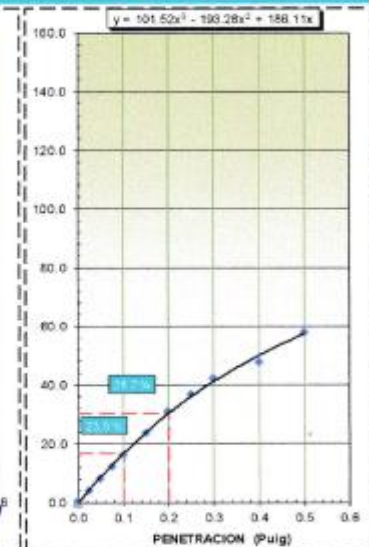
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EQ = 12 GOLPES



Tec. Responsable

Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

Supervisión

ANEXO 5: Ensayos de Laboratorio C - 3

GEOCONS S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-82

SOLICITANTE : YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		<p>GEOCONS S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p> <p>MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. HECHO POR : Geocons srl FECHA : 10/09/2022</p>	
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022			
MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUJIRASANTE			
CANTERA : ---			
CALICATA : C-3			
PROF. : 1.50			
UBICACIÓN : KM. 502+000			
COORD. UTM : ESTE: _____ NORTE: _____			

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. P.A.R.C.	%RET. AC.	% Q. PASA	MUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4 1/2"	114.300						PESO TOTAL = 1.000,0 gr
4"	101.600						PESO GRAVA = 12,2 gr
3 1/2"	88.900				100,0		PESO ARENA = 825,1 gr
3"	76.200				100,0		PESO FINO = 161,7 gr
2 1/2"	63.500				100,0		LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
2"	50.800				100,0		LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
1 1/2"	38.100		0,0	0,0	100,0		ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1"	25.400		0,0	0,0	100,0		CLASF. AASHTO = A-2-4 (0)
3/4"	18.050		0,0	0,0	100,0		CLASF. SUCCS = SM
1/2"	12.700		0,0	0,0	100,0		MAX. DENS. SECA = 1.805 (g/cm ³)
3/8"	9.525	5.2	0.5	0.5	99.5		OPT. CONT. HUM. = 5.85 %
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.5	99.5		CBR 0.1" (100%) = 17.9 %
# 4	4.750	7.6	0.7	1.2	98.8		CBR 0.2" (100%) = 24.4 %
# 5	2.380	0.0	0.0	1.2	98.8		% Grava = 1.2 %
# 10	2.000	5.3	0.5	1.8	98.3		% Arena = 82.6 %
# 20	0.850	3.9	0.4	2.1	97.9		% Fino = 16.2 %
# 40	0.420	16.4	1.0	3.2	96.8		HUMEDAD NATURAL = 2.9 %
# 50	0.300	0.0	0.0	3.2	96.8		Observaciones : Excelente a bueno como subrasante
# 60	0.250	250.8	25.1	28.3	71.7		
# 100	0.150	447.7	44.8	73.0	27.0		
# 200	0.075	108.0	10.8	83.8	16.2		
< # 200	FONDO	161.7	16.2	100.0	0.0		
FRACCIÓN		987.8					Coef. Uniformidad = - Índice de Consistencia = -
TOTAL		1.000,0					Coef. Curvatura = - Pol. de expansión = Bajo -

Descripción suelo: Arena limosa

CURVA GRANULOMÉTRICA

<p>Tec. Responsable</p>	<p>Ing. Responsable</p> <p>DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191899 Especialista en Geotecnia</p>	<p>Supervisión</p>
-------------------------	---	--------------------

GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

LIMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 150 Y E 111 - ASTM D 4318 17a1 - AASHTO T-99 Y T-90

<p>SOLICITANTE : YLDITH NOEMI CHALLCO ALFARO</p> <p>TESIS : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022</p> <p>MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE</p> <p>CANTERA : ---</p> <p>CALICATA : C-3</p> <p>PROF. : 1.50</p> <p>UBICACIÓN : KM. 502+000</p> <p>COORD. UTM : ESTE NORTE</p>	<p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p> <p>MUESTREADO POR : Solicitante</p> <p>ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.</p> <p>REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.</p> <p>HECHO POR : Geocons srl</p> <p>FECHA : 09/09/2022</p>
---	--

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA		N.P.		
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA		N.P.		
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES:
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

Tec. Responsable

Ing. Responsable

Demetrio Carranza Peña

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 91809
Especialista en Geotecnia

Supervisión




LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108, ASTM D2216-19			
SOLICITANTE : YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		 GEOCONS srl LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS	
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAJGALES TX130S. CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMNTO LA LIBETAD 2022			
MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE			
CANTERA : ---			
CALICATA : C - 3			
PROF. : 1.50			
UBICACIÓN : KM. 502+000			
COORD. UTM : ESTE NORTE			
MUESTREADO POR : Solicitante			
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.			
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.			
HECHO POR : Geocons srl			
FECHA : 09/06/2022			
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	177.98	174.19	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	173.95	169.26	
Peso de Tara (gr.)	16.79	14.76	
Peso de Agua (gr.)	4.03	4.93	
Peso Mat. Seco (gr.)	157.16	154.50	
Humedad Natural (%)	2.56	3.19	
Promedio de Humedad (%)	2.9		
OBSERVACIONES:			
Tec. Responsable 	Ing. Responsable  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	Supervisor	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
MTC E 116 - ASTM D 1557 12e1 - AASHTO T-180 D					
SOLICITANTE	: YUDITH NGEMI CHALLCO ALFARO				
PROYECTO	: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022"				
MUESTRA	: TERRENO NATURAL - SUBRASANTE				
CANERA	: —				
CALICATA	: C-3				
PROF.	: 1.50				
UBICACIÓN	: KM. 502+000				
COORDENADAS UTM	ESTE	NORTE			
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5671	5974	5986	5753	
PESO DE MOLDE (gr)	4127	4127	4127	4127	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1544	1847	1859	1828	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	1.629	1.948	1.961	1.715	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.577	1.858	1.827	1.572	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	210.57	194.60	166.15	171.69	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	204.36	186.36	158.80	158.48	
PESO DE LA TARA (gr)	16.77	16.77	14.35	13.09	
PESO DE AGUA (gr)	6.21	8.24	10.35	13.21	
PESO DE SUELO SECO (gr)	187.59	169.59	141.45	145.39	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.31	4.86	7.32	9.09	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.905		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		6.96
CURVA DE COMPACTACIÓN					
Generar Gráfico					
Tec. Responsable			Supervisión		



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUIMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p>
PROYECTO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022		
MUESTRA	TERRENO NATURAL - SUBRASANTE		
CANTERA	---		
CALICATA	0 - 3		
UBICACIÓN	KM. 502+000		
COORDENADAS UTM	ESTE	NORTE	<p>MUESTREADO POR Solicitante</p> <p>ENSAYADO POR Tec. Carlos E. M.</p> <p>REVISADO POR Ing. Demetrio C. P.</p> <p>HECHO POR Geocons srl</p> <p>FECHA 05/06/2022</p>

DATOS DEL PROCTOR		CAPACIDAD: 10000 Lbs.
MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.905 g/cm ³	ANILLO: 1
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDI:	5.86 %	

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	5		6		7	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa	56		25		12	
Goques por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12656		12415		12189	
Peso de molde (gr)	8430		8432		8436	
Peso del suelo húmedo (gr)	4226		3983		3750	
Volumen del molde (cm ³)	2102		2102		2104	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.010		1.895		1.782	
Humedad (%)	5.25		4.88		5.22	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.910		1.897		1.694	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	185.27		176.51		181.05	
Tarro + Suelo seco (gr)	176.69		168.92		172.62	
Peso del Agua (gr)	8.61		7.59		8.23	
Peso del tarro (gr)	12.68		13.42		15.08	
Peso del suelo seco (gr)	183.98		155.50		157.74	
Humedad (%)	5.25		4.88		5.22	
Promedio de Humedad (%)	5.25		4.88		5.22	


EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
			Dial (div)	kg/cm ²	%		Dial (div)	kg/cm ²	%		Dial (div)	kg/cm ²	%
		0			0			0					
0.025		46.4	2		32.0	2		28.3	1				
0.050		119.3	6		88.0	4		66.2	3				
0.075		207.3	11		169.0	9		148.3	8				
0.100	70.3	276.1	14	12.6	17.9	228.0	12	10.34	14.7	209.4	11	9.08	12.9
0.150		353.8	16			311.0	16			275.3	14		
0.200	106.5	483.5	25	25.7	24.4	407.0	21	21.75	20.8	382.5	18	18.92	17.9
0.250		621.7	32			530.3	27			448.6	23		
0.300		774.6	39			649.5	33			562.5	29		
0.400		922.0	47			832.2	42			745.0	36		
0.500		1026.0	52			932.7	47			839.4	43		

Tec. Responsable




Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

Supervisión


ANEXO 6 : Ensayos de Laboratorio C - 4



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASPALTO Y
ENSAYOS QUIMICOS

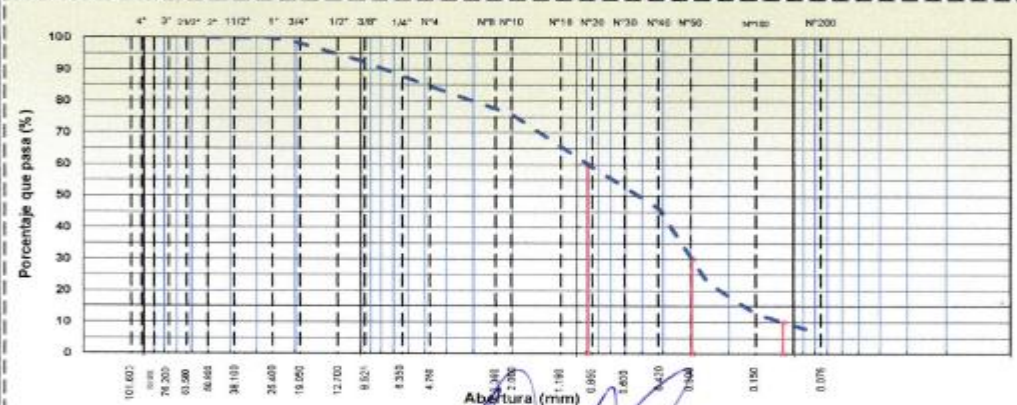
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88


SOLICITANTE : YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASPALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p>	
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TRIAX 130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022			
MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE			
CANTERA : ---			
CALICATA : C - 4			
PROF. : 1.00		MUESTREADO POR : Solicitante	
UBICACIÓN : KM. 503+000		ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.	
COORD. UTM : ESTE: --- NORTE: ---		REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.	
		HECHO POR : Geocons srl	
		FECHA : 09/09/2022	

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
4 1/2"	114.300						PESO TOTAL = 1.000.0 gr	
4"	101.600						PESO GRAVA = 151.9 gr	
3 1/2"	88.900				100.0		PESO ARENA = 783.3 gr	
3"	76.200				100.0		PESO FINO = 64.8 gr	
2 1/2"	63.500				100.0		LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %	
2"	50.800				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0		CLASF. AASHTO = A-1-b [0]	
3/4"	19.050	17.8	1.8	1.8	98.2		CLASF. SUCCS = SP - SM	
1/2"	12.700		0.0	1.8	96.2		MAX DENS. SECA = 1.954 (gr/cm ³)	
3/8"	9.525	96.0	5.8	7.6	92.4		DPT. CONT. HUM. = 7.86 %	
1/4"	6.350		0.0	7.6	92.4		CBR 0.1" (100%) = 18.5 %	
# 4	4.750	76.2	7.6	15.2	84.8		CBR 0.2" (100%) = 24.0 %	
# 8	2.360		0.0	15.2	84.8		% Grava = 15.2 %	
# 10	2.000	96.5	8.8	24.1	75.0		% Arena = 79.3 %	
# 20	0.850	168.5	16.9	40.9	59.1		% Fino = 8.5 %	
# 40	0.420	128.7	12.9	53.8	46.2		HUMEDAD NATURAL = 1.9 %	
# 50	0.300		0.0	53.8	46.2		Observaciones :	
# 60	0.250	235.7	23.6	77.4	22.6		Excelente a bueno como subrasante	
# 100	0.150	100.0	10.0	87.4	12.6			
# 200	0.075	61.5	6.2	93.6	6.4			
< # 200	FONDO	64.8	6.5	100.0	0.0			
FRACCIÓN		845.1					Coef. Uniformidad = 8	
TOTAL		1.000.0					Coef. Curvatura = 0.9	
Descripción suelo:		Arena pobremente gradada con limo y grava						Por. de Expansión = Bajo

CURVA GRANULOMÉTRICA




<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p> <p>DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia</p>	<p>Supervisión</p>
--	---	---------------------------



GEOCONS S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

LIMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17a1 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : YUDITH ROEMI CHALCO ALFARO	 <p>GEOCONS S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p> <p>MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. HECHO POR : Geocons srl FECHA : 05/06/2022</p>
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TRIAX, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022	
MUESTRA : TERRENO NATURAL - SUBRASANTE	
CANTERA : —	
CALICATA : C-4	
PROF. : 1:50	
UBICACIÓN : KM. 503+000	
COORD. UTM : ESTE: NORTE:	

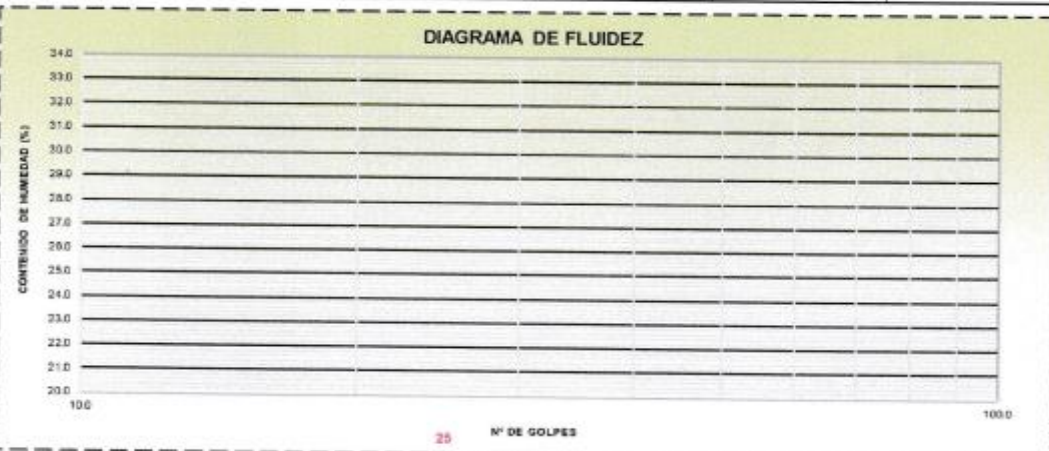
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA	N.P.		
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
N° DE GOLPES			

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)


N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA	N.P.		
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

DIAGRAMA DE FLUIDEZ





25 N° DE GOLPES

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES:
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p> <p>DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia</p>	<p>Supervisión</p>
--	--	---------------------------



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108. ASTM D2216-19			
SOLICITANTE	: YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO		
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022"		
MUESTRA	: TERRENO NATURAL - SUBRASANTE		
CANTERA	: —		
CALICATA	: C-4		
PROF.	: 1.50		
UBICACIÓN	: KM 503+000		
COORD. UTM	: ESTE	: NORTE	
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	191.29	187.29	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	188.87	183.08	
Peso de Tara (gr.)	11.80	15.63	
Peso de Agua (gr.)	2.42	4.21	
Peso Mat. Seco (gr.)	177.27	167.45	
Humedad Natural (%)	1.37	2.51	
Promedio de Humedad (%)	1.9		
OBSERVACIONES:			
Tec. Responsable		Ing. Responsable  DEMETRIO CARBANZA PEÑA ING CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	Supervisor



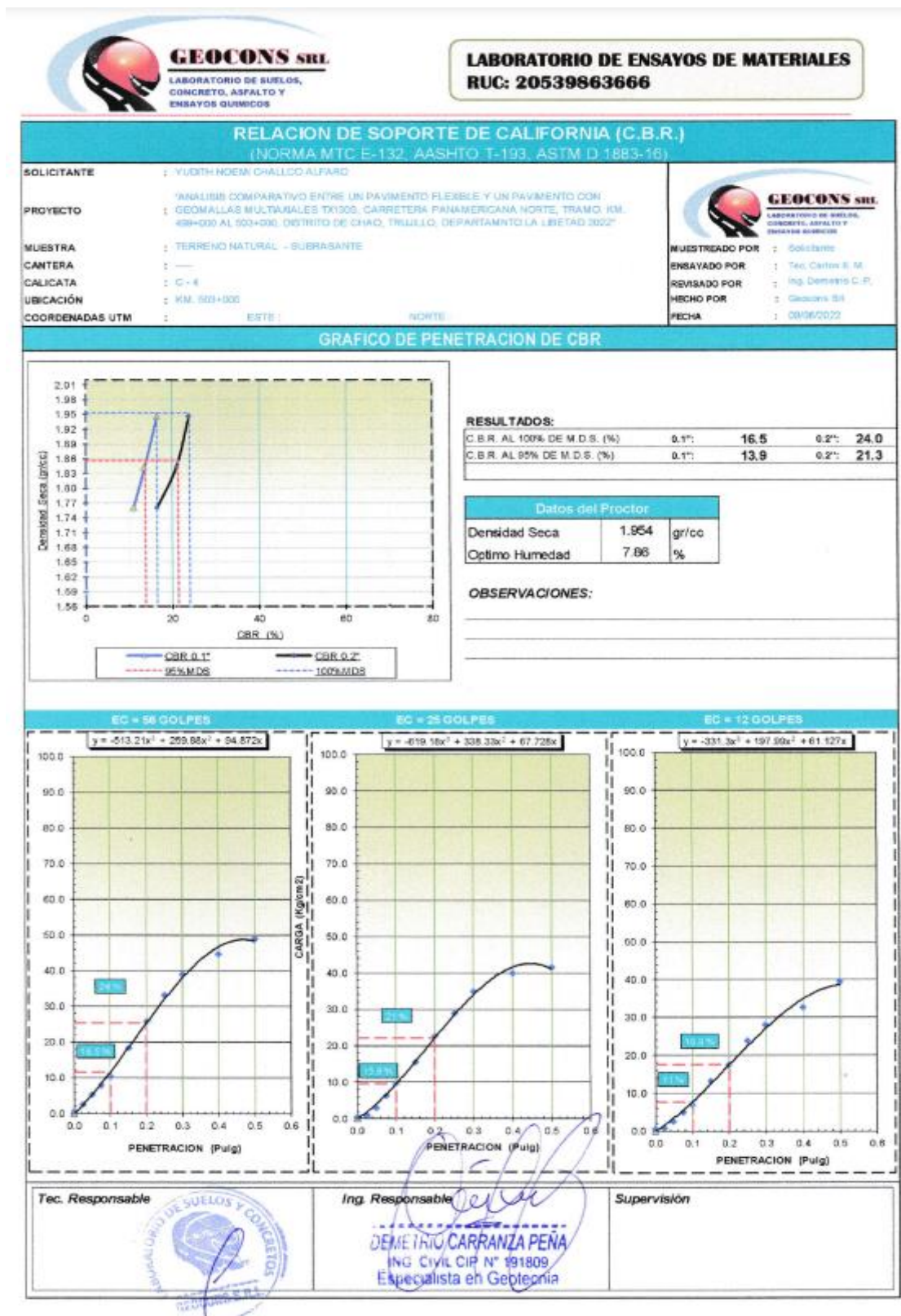
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
MTC E 115 - ASTM D 1557 12e1 - AASHTO T-180 D					
SOLICITANTE	: YUDITH NOEMI CHALLCO ALFARO				
PROYECTO	: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022"				
MUESTRA	: TERRENO NATURAL - SUBRASANTE				
CANTERA	: ---				
CALICATA	: C - 4				
PROF.	: 1.50				
UBICACIÓN	: KM. 503-000				
COORDENADAS UTM	ESTE :	NORTE :			
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NÚMERO DE CAPAS	: 5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5875	6049	6126	5883	
PESO DE MOLDE (gr)	4127	4127	4127	4127	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1748	1922	1999	1856	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.844	2.027	2.109	1.958	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.765	1.906	1.948	1.777	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	175.29	188.83	192.56	219.16	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	168.44	178.14	178.57	200.37	
PESO DE LA TARA (gr)	13.29	13.20	11.37	15.33	
PESO DE AGUA (gr)	6.85	10.49	13.99	18.79	
PESO DE SUELO SECO (gr)	155.15	164.94	167.20	185.04	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.42	6.36	8.37	10.15	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.954		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.86
CURVA DE COMPACTACIÓN					
Generar Gráfico					
Tec. Responsable			Ing. Responsable		
			Supervisión		



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC: 20539863666

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)														
(NORMA: MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)														
SOLICITANTE	YUCITH NOEMI CHALLCO ALFARO													
PROYECTO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y UN PAVIMENTO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES TX130S, CARRETERA PANAMERICANA NORTE, TRAMO: KM. 499+000 AL 503+000, DISTRITO DE CHAO, TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022													
MUESTRA	TERRENO NATURAL - SUBRASANTE													
CANTERA	---													
CALICATA	C-4													
UBICACIÓN	KM. 503+000													
COORDENADAS UTM	ESTE:	NORTE:												
DATOS DEL PROCTOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.954 g/cm ³			CAPACIDAD : 10000 Lbs.										
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 7.86 %			ANILLO : f										
ENSAYO DE CBR														
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193														
Molde Nº	5		5		5									
Nº Capa	56		25		12									
Golpes por capa Nº	56		25		12									
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO								
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12792		12505		12312									
Peso de molde (gr)	8428		8360		8370									
Peso del suelo húmedo (gr)	4364		4145		3942									
Volumen del molde (cm ³)	2102		2102		2104									
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.075		1.972		1.874									
Humedad (%)	6.65		6.99		6.35									
Densidad seca (g/cm ³)	1.947		1.843		1.762									
Tarro Nº	S/N		S/N		S/N									
Tarro + Suelo húmedo (gr)	188.29		173.82		185.22									
Tarro + Suelo seco (gr)	158.57		163.49		174.94									
Peso del Agua (gr)	9.72		10.33		10.28									
Peso del tarro (gr)	12.34		15.62		13.42									
Peso del suelo seco (gr)	146.23		147.87		161.62									
Humedad (%)	6.65		6.99		6.35									
Promedio de Humedad (%)	6.65		6.99		6.35									
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
PENETRACION														
PENETRACION	CARGA STAND.	TIEMPO minutos	MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 11					
			CARGA	CORRECCION	%	CARGA	CORRECCION	%	CARGA	CORRECCION	%			
	kg/cm ²		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025			47.2	2			17.5	1			15.2	1		
0.060			102.0	5			66.0	3			51.0	3		
0.075			155.4	8			125.0	6			98.6	5		
0.100	70.3		205.4	10	11.8	16.5	180.5	10	9.54	13.6	137.2	7	7.76	11.0
0.150			358.6	18			306.6	16			261.3	13		
0.200	106.5		507.4	26	25.3	24.0	446.8	23	22.13	21.0	342.9	17	17.49	18.8
0.250			650.7	33			579.4	29			488.5	24		
0.300			766.5	39			686.1	35			562.1	28		
0.400			878.3	45			785.6	40			645.0	33		
0.500			964.0	49			829.0	42			776.0	36		
Tec. Responsable			Ing. Responsable DEMETRIO CABRANZA PEÑA ING CIVIL CIP Nº 191809 Especialista en Geotecnia				Supervisión							























ANEXO 7:conteo vehicular

DIA JUEVES

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR									
ESTUDIO DE TRAFICO									
TRAMO DE LA CARRETERA		KM 499 + 000 al 503 + 000							
SENTIDO		CHAO		E ←		CHAO		S →	
UBICACIÓN		DISTRITO DE CHAO							
DIA		JUEVES							

ESTACION		CHAO	
CODIGO DE LA ESTACION		CHAO	
DIA Y FECHA		2 JUNIO 2022	

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VER.																					
00-01	5	0	4	0	0	0	0	3	0	2	1	2	0	0	1	9	10	6	8	51	
01-02	5	0	4	0	2	2	4	10	7	4	2	0	1	0	0	8	7	15	25	96	
02-03	9	7	3	0	0	5	6	20	5	4	4	15	4	7	3	10	11	19	45	177	
03-04	11	10	26	3	6	6	19	35	13	10	5	23	23	11	0	15	21	15	21	273	
04-05	8	12	32	5	13	12	16	42	6	12	14	25	35	28	4	17	22	25	24	352	
05-06	23	35	22	13	25	14	15	44	15	9	10	19	31	21	3	34	79	58	18	488	
06-07	31	12	23	0	11	35	25	36	19	15	24	13	41	32	4	51	32	19	14	437	
07-08	35	21	48	5	14	31	21	32	31	11	13	30	22	36	9	79	41	31	29	539	
08-09	65	39	42	3	23	21	22	32	10	15	19	10	42	41	10	38	35	29	8	504	
09-10	36	10	35	4	19	19	26	25	14	21	28	27	29	49	12	41	22	12	25	454	
10-11	44	9	26	2	17	13	14	23	10	9	34	31	35	22	17	55	39	11	36	447	
11-12	35	5	48	7	9	23	18	35	12	15	25	10	9	19	5	36	36	25	14	386	
12-13	41	12	72	1	5	23	15	25	11	9	18	8	5	11	7	25	21	16	35	360	
13-14	25	3	52	1	3	32	8	17	22	22	33	10	10	35	10	44	29	31	12	399	
14-15	23	15	49	5	4	19	20	19	37	15	15	7	6	41	21	56	25	22	25	424	
15-16	36	8	23	0	8	10	14	48	27	13	23	5	11	42	36	30	18	45	23	420	
16-17	32	21	62	1	16	12	16	41	15	7	10	16	19	35	32	32	49	38	47	501	
17-18	35	12	72	2	23	16	10	22	4	9	33	10	15	41	16	54	15	48	36	473	
18-19	25	13	45	0	14	14	21	15	5	23	38	8	25	25	21	36	23	37	18	406	
19-20	45	18	41	6	7	11	24	25	2	19	19	4	52	15	10	23	15	44	15	395	
20-21	36	0	23	7	8	8	13	10	6	12	12	3	14	32	22	45	20	19	36	326	
21-22	38	2	12	2	4	7	9	18	4	3	11	19	9	15	15	52	25	40	25	310	
22-23	29	5	22	3	0	2	8	22	5	5	14	10	11	5	15	50	29	15	32	282	
23-24	12	1	11	2	1	1	8	9	2	0	5	3	6	4	10	14	8	9	10	116	
TOTAL	98	39	114	10	33	48	50	87	40	38	59	44	65	81	40	122	90	90	83	8616	

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ INGRESOS: _____ SUPERV.MTCC: _____
 Unaiico Aitaro; Y

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	KM 499 + 000 al 503 + 000			ESTACION	CHAO		
SENTIDO	CHAO	E ←	CHAO	S →	CODIGO DE LA ESTACION	CHAO	
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHAO			DIAY FECHA	3	JUNIO	2022
DIA	VIERNES						

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S/2S2	2S3	3S/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VER.																				
00-01	7	0	2	0	0	0	0	3	0	1	0	1	0	0	1	9	8	5	4	41
01-02	5	0	4	0	2	2	4	10	7	4	2	0	1	0	0	8	7	15	10	81
02-03	9	7	3	0	0	5	6	20	5	4	4	15	4	7	3	10	11	19	23	155
03-04	11	10	26	3	6	6	19	35	13	10	5	23	23	11	0	15	21	15	21	273
04-05	8	12	32	5	13	12	16	42	6	12	14	25	35	28	4	17	22	25	11	339
05-06	23	35	22	13	25	14	15	44	15	9	10	19	31	21	3	34	79	58	18	488
06-07	31	12	23	0	11	35	25	36	19	15	24	13	41	32	4	51	32	19	14	437
07-08	35	21	48	5	14	31	21	32	31	11	13	30	22	36	9	79	41	31	14	524
08-09	42	39	42	3	23	21	22	32	10	15	19	10	42	41	10	38	35	29	10	483
09-10	36	10	35	4	19	19	26	25	14	21	28	27	29	49	12	41	22	12	25	454
10-11	21	9	26	2	17	13	14	23	10	9	34	31	35	22	17	55	39	11	36	424
11-12	35	5	48	7	9	23	18	35	12	15	25	10	9	19	5	36	36	25	14	386
12-13	41	12	72	1	5	23	15	25	11	9	18	8	5	11	7	25	21	16	35	360
13-14	25	3	52	1	3	32	8	17	22	22	33	10	10	35	10	44	29	31	12	399
14-15	23	15	49	5	4	19	20	19	37	15	15	7	6	41	21	56	25	22	25	424
15-16	36	8	23	0	8	10	14	48	27	13	23	5	11	42	36	30	18	45	23	420
16-17	32	21	62	1	16	12	16	41	15	7	10	16	19	35	32	32	49	38	30	484
17-18	35	12	72	2	23	16	10	22	4	9	33	10	15	41	16	54	15	48	36	473
18-19	25	13	45	0	14	14	21	15	5	23	38	8	25	25	21	36	23	37	16	404
19-20	14	18	41	6	7	11	24	25	2	19	19	4	52	15	10	23	15	44	15	364
20-21	36	0	23	7	8	8	13	10	6	12	12	3	14	32	22	45	20	19	36	326
21-22	22	2	12	2	4	7	9	18	4	3	11	19	9	15	15	52	25	40	25	294
22-23	29	5	22	3	0	2	8	22	5	5	14	10	11	5	15	50	29	15	21	271
23-24	6	1	8	2	1	1	7	5	2	0	3	3	5	4	9	10	8	9	8	92
TOTAL	84	39	113	10	33	48	50	86	40	38	58	44	65	81	40	121	90	90	69	8396

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTCC: _____

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	KM 499 + 000 al 503 + 000			
SENTIDO	CHAO	E ←	CHAO	S →
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHAO			
DIA	SABADO			

ESTACION	CHAO
CODIGO DE LA ESTACION	CHAO
DIA Y FECHA	4 JUNIO 2022

D	HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
	DIAGRA. VEH.																				
	00-01	10	2	8	0	5	12	1	10	16	3	1	3	0	10	6	29	42	21	25	204
	01-02	10	0	4	0	2	2	4	15	7	4	2	0	1	0	0	8	14	15	25	113
	02-03	6	7	3	0	0	5	6	25	5	4	4	21	4	7	3	10	11	19	19	159
	03-04	14	20	26	3	6	6	19	35	13	21	5	23	23	11	0	15	21	15	21	297
	04-05	17	12	32	5	13	32	16	42	12	12	14	25	35	30	5	17	22	25	27	393
	05-06	31	58	112	10	85	29	45	44	15	9	21	19	31	21	3	34	79	58	18	722
	06-07	28	34	142	0	130	35	25	36	19	15	24	13	41	32	4	51	32	19	14	694
	07-08	36	21	125	5	46	31	28	46	31	11	13	30	61	36	14	79	41	31	29	714
	08-09	55	39	110	3	50	28	35	32	30	19	19	21	42	41	11	38	35	29	6	643
	09-10	41	10	35	4	19	19	26	25	38	31	28	27	29	49	17	41	40	12	25	516
	10-11	23	9	59	2	17	13	14	23	29	19	34	31	35	22	20	55	39	11	52	507
	11-12	56	5	48	7	9	23	18	35	12	15	25	10	9	19	10	36	36	25	29	427
	12-13	45	12	72	1	5	28	15	25	11	19	18	8	5	11	12	25	21	29	35	397
	13-14	49	3	52	1	3	32	19	17	22	22	33	10	10	35	10	44	29	31	35	457
	14-15	38	15	49	12	4	19	20	19	37	15	15	10	6	41	31	85	25	49	25	515
	15-16	36	8	68	0	8	28	14	48	27	13	23	5	11	42	51	78	18	45	55	578
	16-17	59	21	168	1	16	12	16	51	15	7	31	16	19	65	32	126	49	38	47	789
	17-18	65	12	120	2	21	16	28	52	4	9	33	32	15	41	29	85	50	48	87	749
	18-19	57	13	113	0	34	14	21	75	5	23	38	8	25	25	21	63	52	37	42	666
	19-20	63	18	75	6	14	11	24	25	2	19	19	4	52	15	10	48	74	44	15	538
	20-21	45	0	68	7	8	8	13	30	6	12	12	3	14	32	29	62	79	19	65	512
	21-22	28	2	57	2	4	7	12	9	4	12	11	21	9	15	15	52	35	37	47	379
	22-23	30	0	65	3	10	2	11	22	5	10	14	10	11	10	52	70	29	15	64	433
	23-24	11	3	21	4	12	4	4	11	2	15	6	6	10	8	14	49	20	15	74	289
	TOTAL	122	46	233	11	74	59	62	107	52	48	63	51	71	88	57	171	128	98	126	11691

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTCC: _____

FORMATO N° 2

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	KM 499 + 000 al 503 + 000			
SENTIDO	CHAO	E ←	CHAO	S →
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHAO			
DIA	DOMINGO			

ESTACION	CHAO
CODIGO DE LA ESTACION	CHAO
DIA Y FECHA	S JUNIO 2022

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S/2S2	2S3	3S/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	9	1	6	2	3	0	1	21	4	3	1	3	0	0	1	29	42	25	19	170	
01-02	7	0	4	0	2	2	4	15	7	4	2	0	1	0	0	8	7	15	25	103	
02-03	12	7	3	0	0	5	6	25	5	4	4	21	4	7	3	10	11	19	19	165	
03-04	14	20	26	3	6	19	35	13	21	5	23	23	11	0	15	21	15	21	297		
04-05	17	12	32	5	13	32	16	42	12	12	14	25	35	30	5	17	22	25	27	393	
05-06	75	58	112	13	85	29	45	44	15	9	21	19	31	21	3	34	79	58	18	769	
06-07	50	34	162	0	130	35	25	36	19	15	24	13	41	32	4	51	32	19	14	736	
07-08	72	21	125	5	46	31	28	46	31	11	13	30	61	36	14	79	41	31	29	750	
08-09	75	39	110	3	50	28	35	32	30	19	19	28	42	41	11	38	35	29	6	670	
09-10	65	10	35	4	19	19	26	25	38	31	28	27	29	49	17	41	40	12	25	540	
10-11	45	9	59	2	17	13	14	23	29	19	34	31	35	22	20	55	39	11	36	513	
11-12	71	5	48	7	9	23	18	35	12	15	25	10	9	19	5	36	36	25	29	437	
12-13	52	12	72	1	5	28	15	25	11	19	18	8	5	11	7	25	21	29	35	399	
13-14	49	3	52	1	3	32	19	17	22	22	33	10	10	35	10	44	29	31	35	457	
14-15	38	15	49	12	4	19	20	19	37	15	15	7	6	41	31	85	25	49	25	512	
15-16	36	8	154	0	8	28	14	48	27	13	23	5	11	42	51	78	18	45	55	664	
16-17	59	21	168	1	16	12	16	51	15	7	31	16	19	65	32	126	49	38	47	789	
17-18	65	12	184	2	21	16	28	52	4	9	33	32	15	41	29	110	50	48	87	838	
18-19	111	13	130	0	34	14	21	75	5	23	38	8	25	25	21	112	52	37	42	786	
19-20	85	18	75	6	14	11	24	25	2	19	19	4	52	15	10	122	74	44	15	634	
20-21	74	0	68	7	8	8	13	30	6	12	12	3	14	32	29	99	79	19	65	578	
21-22	38	2	57	2	4	7	9	18	4	3	11	19	9	15	15	52	35	37	47	384	
22-23	29	0	65	3	0	2	8	22	5	5	14	10	11	5	52	70	29	15	64	409	
23-24	20	0	41	4	1	4	10	26	2	0	5	5	9	8	16	49	20	25	84	329	
TOTAL	167	46	262	12	71	58	62	112	51	44	63	51	71	86	55	198	127	100	124	12322	

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC: _____

FUHMA I U N° 2

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	KM 499 + 000 al 503 + 000			
SENTIDO	CHAO ←	E ←	CHAO →	S →
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHAO			
DIA	LUNES			

ESTACION	CHAO		
CODIGO DE LA ESTACION	CHAO		
DIA Y FECHA	6	JUNIO	2022

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S/2S2	2S3	3S/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	5	2	7	1	4	0	1	17	3	2	1	1	0	1	0	21	31	19	15	131	
01-02	5	1	10	0	2	2	3	10	4	1	2	0	1	0	7	10	12	20	90		
02-03	11	5	9	1	0	4	5	22	2	3	3	20	3	5	1	10	10	18	150		
03-04	15	19	27	3	5	5	15	31	8	19	5	19	22	9	0	16	19	16	272		
04-05	10	18	29	6	11	29	12	39	10	15	13	21	33	25	4	14	21	13	344		
05-06	48	48	54	14	36	18	35	41	16	14	18	12	31	19	3	30	25	35	526		
06-07	39	58	62	0	85	33	21	32	21	8	22	15	39	30	6	41	31	28	603		
07-08	29	28	74	4	25	32	19	45	28	10	12	29	49	32	11	48	28	29	557		
08-09	28	37	54	3	48	25	32	29	25	17	15	27	32	38	12	51	31	29	552		
09-10	21	12	28	5	19	18	33	28	19	30	30	25	27	41	18	49	41	25	494		
10-11	18	13	42	4	16	11	11	19	15	15	25	29	31	23	19	48	36	13	411		
11-12	24	7	47	6	8	22	19	33	18	14	22	9	12	20	6	32	33	21	374		
12-13	19	11	29	2	4	27	14	24	23	20	19	7	8	12	12	39	19	22	339		
13-14	25	9	24	1	2	31	20	18	20	21	31	12	11	33	17	41	29	25	399		
14-15	31	14	31	11	7	15	25	21	35	11	14	14	21	42	24	59	21	39	456		
15-16	29	15	38	0	10	28	18	35	33	14	22	2	25	41	38	42	17	41	489		
16-17	31	18	41	2	11	25	17	50	16	6	30	19	27	54	29	55	28	36	537		
17-18	28	11	32	3	22	14	31	49	5	8	29	32	18	38	24	65	45	35	561		
18-19	35	15	25	0	31	13	18	65	4	21	25	7	24	24	20	52	31	36	488		
19-20	42	10	29	5	9	10	25	58	2	18	15	10	32	14	11	42	62	41	447		
20-21	39	1	21	5	5	7	14	29	7	11	14	2	11	12	28	35	38	20	324		
21-22	34	3	31	1	4	6	8	28	4	4	9	11	7	14	14	41	22	36	312		
22-23	21	0	21	2	3	3	5	19	6	0	23	5	5	6	25	35	24	14	252		
23-24	15	0	19	4	1	4	3	12	1	6	21	3	9	2	12	19	19	22	226		
TOTAL	86	51	112	12	53	55	58	108	46	41	60	47	68	76	48	127	96	89	100	9334	

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC: _____

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	KM 499 + 000 al 503 + 000			
SENTIDO	CHAO ←	E ←	CHAO →	S →
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHAO			
DIA	MARTES			

ESTACION	CHAO
CODIGO DE LA ESTACION	CHAO
DIA Y FECHA	7 JUNIO 2022

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	11	1	6	2	3	0	1	21	4	3	1	3	0	0	1	29	42	25	19	172
01-02	5	0	4	0	2	2	4	15	7	4	2	0	1	0	0	8	7	15	25	101
02-03	12	7	3	0	0	5	6	25	5	4	4	21	4	7	3	10	11	19	19	165
03-04	18	20	26	3	6	6	19	35	13	21	5	23	23	11	0	15	21	15	21	301
04-05	19	12	32	5	13	32	16	42	12	12	14	25	35	30	5	17	22	25	27	395
05-06	65	58	112	13	85	29	45	44	15	9	21	19	31	21	3	34	79	58	18	759
06-07	42	34	162	0	130	35	25	36	19	15	24	13	41	32	4	51	32	19	14	728
07-08	35	21	125	5	46	31	28	46	31	11	13	30	61	36	14	79	41	31	29	713
08-09	65	39	110	3	50	28	35	32	30	19	19	28	42	41	11	38	35	29	6	660
09-10	59	10	35	4	19	19	26	25	38	31	28	27	29	49	17	41	40	12	25	534
10-11	44	3	59	2	17	13	14	23	29	19	34	31	35	22	20	55	39	11	36	512
11-12	61	5	48	7	9	23	18	35	12	15	25	10	9	19	5	36	36	25	29	427
12-13	52	12	72	1	5	28	15	25	11	19	18	8	5	11	7	25	21	29	35	399
13-14	49	3	52	1	3	32	19	17	22	22	33	10	10	35	10	44	29	31	35	457
14-15	38	15	49	12	4	19	20	19	37	15	15	7	6	41	31	85	25	49	25	512
15-16	36	8	154	0	8	28	14	48	27	13	23	5	11	42	51	78	18	45	55	664
16-17	59	21	168	1	16	12	16	51	15	7	31	16	19	65	32	126	49	38	47	789
17-18	65	12	184	2	21	16	28	52	4	9	33	32	15	41	29	110	50	48	87	838
18-19	111	13	130	0	34	14	21	75	5	23	38	8	25	25	21	112	52	37	42	786
19-20	85	18	75	6	14	11	24	25	2	19	19	4	52	15	10	122	74	44	15	634
20-21	74	0	68	7	8	8	13	30	6	12	12	3	14	32	29	99	79	19	65	578
21-22	38	2	57	2	4	7	9	18	4	3	11	19	9	15	15	52	35	37	47	384
22-23	29	0	65	3	0	2	8	22	5	5	14	10	11	5	52	70	29	15	64	409
23-24	20	0	41	4	1	4	10	26	2	0	5	5	9	8	16	49	20	25	84	329
TOTAL	156	46	262	12	71	58	62	112	51	44	63	51	71	86	55	198	127	100	124	12246

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTCC: _____

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	KM 499 + 000 al 503 + 000			ESTACION	CHAO		
SENTIDO	CHAO ←	E ←	CHAO →	S →	CODIGO DE LA ESTACION	CHAO	
UBICACION	DISTRITO DE CHAO			DIA Y FECHA	8	JUNIO	2022
DIA	MIERCOLES						

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	9	1	6	2	3	0	0	8	3	3	1	2	0	0	1	9	20	25	10	103
01-02	5	0	4	0	2	2	4	15	7	4	2	0	1	0	8	7	15	25	101	
02-03	9	7	3	0	0	5	6	23	5	4	4	15	4	7	3	10	11	19	45	180
03-04	18	10	26	3	6	6	19	35	13	10	5	23	23	11	0	15	21	15	21	280
04-05	19	12	32	5	13	12	16	42	6	12	14	25	35	30	4	17	22	25	27	368
05-06	23	35	50	13	35	14	15	44	15	9	10	19	31	31	3	34	79	58	18	526
06-07	31	12	59	0	11	35	25	36	19	15	24	13	41	32	4	51	32	19	14	473
07-08	35	21	112	5	14	31	21	32	31	11	13	30	22	36	9	79	41	31	29	603
08-09	65	39	65	3	23	21	22	32	10	19	19	28	42	41	10	38	35	29	8	549
09-10	36	10	35	4	19	19	26	25	14	21	28	27	29	49	12	41	22	12	25	454
10-11	44	9	26	2	17	13	14	23	10	9	34	31	35	22	17	55	39	11	36	447
11-12	61	5	48	7	9	23	18	35	12	15	25	10	9	19	5	36	36	25	29	427
12-13	52	12	72	1	5	23	15	25	11	9	18	8	5	11	7	25	21	16	35	371
13-14	49	3	52	1	3	32	19	17	22	22	33	10	10	35	10	44	29	31	12	434
14-15	38	15	49	5	4	19	20	19	37	15	15	7	6	41	21	56	25	49	25	466
15-16	36	8	56	0	8	28	14	48	27	13	23	5	11	42	36	30	18	45	23	471
16-17	32	21	62	1	16	12	16	41	15	7	10	16	19	35	32	49	38	47	501	
17-18	55	12	72	2	23	16	28	30	4	9	33	32	15	41	16	54	15	48	48	553
18-19	25	13	45	0	14	14	21	62	5	23	38	8	25	25	21	36	23	37	24	459
19-20	45	18	41	6	14	11	24	25	2	19	19	4	52	15	10	23	15	44	15	402
20-21	36	0	23	7	8	8	13	10	6	12	12	3	14	32	22	45	20	19	36	326
21-22	38	2	12	2	4	7	9	18	4	3	11	19	9	15	15	52	25	40	25	310
22-23	29	5	22	3	0	2	8	22	5	5	14	10	11	5	23	50	29	15	32	290
23-24	18	1	20	4	1	4	10	16	2	0	5	5	9	8	12	35	10	14	21	195
TOTAL	115	39	142	11	36	51	55	98	41	38	59	50	65	82	42	125	92	97	90	9289

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____
CHAO, TRUJILLO, 1

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC: _____

ANEXO 8:

FOTOS DE CALICATA 1



FOTOS DE CALICATA 2



CALICATA 3



CALICATA 4





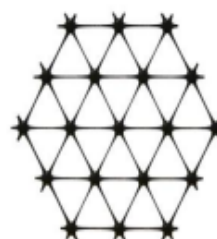
Product Specification - TriAx® TX130S Geogrid

Tensar International Corporation reserves the right to change its product specifications at any time. It is the responsibility of the person specifying the use of this product and of the purchaser to ensure that product specifications relied upon for design or procurement purposes are current and that the product is suitable for its intended use in each instance.

General

1. The geogrid is manufactured from a punched polypropylene sheet, which is then oriented in three substantially equilateral directions so that the resulting ribs shall have a high degree of molecular orientation, which continues at least in part through the mass of the integral node.
2. The properties contributing to the performance of a mechanically stabilized layer include the following:

Tensar TriAx® Geogrid



Index Properties	Longitudinal	Diagonal	General
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rib pitch⁽²⁾, mm (in) ▪ Rib shape ▪ Aperture shape 	33 (1.30)	33 (1.30)	Rectangular Triangular

Structural Integrity

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Junction efficiency⁽³⁾, % ▪ Isotropic Stiffness Ratio⁽⁴⁾ ▪ Radial stiffness at low strain⁽⁵⁾, kN/m @ 0.5% strain (lb/ft @ 0.5% strain) 			93 0.6 200 (13,708)
---	--	--	------------------------------

Durability

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistance to chemical degradation⁽⁶⁾ ▪ Resistance to ultra-violet light and weathering⁽⁷⁾ 			100% 70%
---	--	--	-------------

Dimensions and Delivery

The TX geogrid shall be delivered to the jobsite in roll form with each roll individually identified and nominally measuring 3.0 meters (9.8 feet) and/or 4.0 meters (13.1 feet) in width and 75 meters (246 feet) in length and 4.87 meters (16 feet) in width by 100 meters (328 feet) in length.

Notes

1. Unless indicated otherwise, values shown are minimum average roll values determined in accordance with ASTM D4759. Brief descriptions of test procedures are given in the following notes.
2. Nominal dimensions.
3. Load transfer capability determined in accordance with ASTM D6637 and ASTM D7737 and expressed as a percentage of ultimate tensile strength.
4. The ratio between the minimum and maximum observed values of radial stiffness at 0.5% strain, measured on rib and midway between rib directions.
5. Radial stiffness is determined from tensile stiffness measured in any in-plane axis from testing in accordance with ASTM D6637.
6. Resistance to loss of load capacity or structural integrity when subjected to chemically aggressive environments in accordance with EPA 9090 immersion testing.
7. Resistance to loss of load capacity or structural integrity when subjected to 500 hours of ultraviolet light and aggressive weathering in accordance with ASTM D4355.