

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Evaluación y propuesta de diseño de pavimentos de la Urb. San
Eduardo y Urb. Federico Villarreal 1er y 2da etapa, en el distrito y
provincia de Chiclayo**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Jose Daniel Baca Albines

ASESOR

Lucas Ludeña Gutierrez

<https://orcid.org/0000-0001-7903-3646>

Chiclayo, 2024

**Evaluación y propuesta de diseño de pavimentos de la Urb. San
Eduardo y Urb. Federico Villarreal 1er y 2da etapa, en el
distrito y provincia de Chiclayo**

PRESENTADA POR
Jose Daniel Baca Albines

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Joaquín Hernán Rojas Oblitas
PRESIDENTE

Lino Alcibíades Gayoso Santacruz
SECRETARIO

Lucas Ludeña Gutierrez
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios que me ha permitido perseverar y culminar con éxito esta fase de mi vida.

A mi padre José Rogelio Baca Indapur por todo lo que me ha enseñado y que desde el cielo me está cuidando y a mi querida madre Angelita Albines de Baca por el gran amor que me brinda cada día.

A mis hermanos Jenny, Karina, Kelly, Itala, Rocío y Esteban por su gran apoyo y cariño incondicional.

A los ingenieros Wladimir Pérez Guevara y Benjamín Miranda Alaya que me incentivaron a seguir tan hermosa carrera y de quienes estaré siempre agradecido.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, que siempre me ayuda a aprender de mis errores, que me ha llevado por el buen camino.

También mi más profundo agradecimiento al Ing. Lucas Ludeña Gutiérrez, mi asesor, por su respaldo incondicional y dedicación, me ayudo a lograr mi objetivo de culminar con éxito mi tesis.

Finalmente, a mi institución por el desarrollo profesional y humano que brinda y no olvidar a mis maestros por transmitirme sus conocimientos, experiencias y consejos de vida.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	doi.org Fuente de Internet	1%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	12
Abstract	13
Introducción.....	14
Revisión de literatura	17
Antecedentes del problema.....	17
Bases teórico - científicas.....	20
Materiales y métodos	62
Procedimientos.....	62
Evaluación PCI	62
Estudio de tráfico	64
Estudio de mecánica de suelos.....	74
Estudio topográfico	89
Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO 93.....	91
Diseño de un pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida uniaxial GUX-30 usando el método AASHTO 93.....	103
Diseño de un pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida biaxial P-BX 3030 usando el método AASHTO 93.....	105
Diseño de un pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida triaxial TENSAR TX7 usando el método AASHTO 93	107
Análisis económico	109
Resultados y discusión	114
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	114
Estudio de tráfico	114

Estudio de mecánica de suelos	115
Estudio topográfico.....	116
Diseño estructural	116
Comparación de los diseños estructurales.....	120
Análisis económico	120
Conclusiones.....	123
Recomendaciones	125
Referencias	126
Anexos.....	128

Lista de tablas

Tabla 1.	Eficiencia de las geomallas.....	28
Tabla 2.	Rango y Clasificación para PCI.....	35
Tabla 3.	Longitud de las unidades de muestreo en un pavimento asfáltico.....	37
Tabla 4.	Niveles de severidad para huecos	55
Tabla 5.	Determinación de las unidades de muestreo.....	62
Tabla 6.	Clasificación del pavimento según PCI.....	64
Tabla 7.	Resumen diario del registro vehicular correspondiente al primer punto de control	65
Tabla 8.	Resumen diario del registro vehicular correspondiente al segundo punto de control	65
Tabla 9.	Equivalencia para conversión de vehículos motorizados a automóviles	66
Tabla 10.	Conversión del primer punto de control, vehículos motorizados existentes a autos.....	66
Tabla 11.	Conversión del segundo punto de control, vehículos motorizados existentes a autos.....	66
Tabla 12.	Índice Medio Diario del primer punto de control	67
Tabla 13.	Índice Medio Diario del segundo punto de control.....	67
Tabla 14.	Índice Medio Diario Semanal del segundo punto de control	68
Tabla 15.	Índice Media Diario Anual (IMDA)	69
Tabla 16.	Periodo de análisis en función del tipo de carretera.....	70
Tabla 17.	Departamento de Lambayeque: Tasa de Crecimiento Anual Promedio y Población Censada, según provincia, 2007 y 2017 (Absoluto y porcentaje)	71
Tabla 18.	PERÚ: Producto Bruto Interno anual, desglosado por departamentos. Valores a Precios corrientes (Participación del VAB en el PBI).....	71
Tabla 19.	Tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados	71
Tabla 20.	Tránsito proyectado al año 2042.....	72
Tabla 21.	Parámetros utilizados para la determinación del Factor de Distribución Direccional y de Carril	73

Tabla 22.	Ejes equivalente ESAL del segundo punto de control	74
Tabla 23.	Factor k para límite líquido.....	79
Tabla 24.	Enfoques alternativos para la elaboración del ensayo de Proctor modificado	83
Tabla 25.	Resultados del Análisis Granulométrico	86
Tabla 26.	Resultados obtenidos de la Clasificación de suelos según SUCS y AASHTO	86
Tabla 27.	Resultados del Contenido de humedad	87
Tabla 28.	Resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado.....	87
Tabla 29.	Resultado obtenido del California Bearing Ratio (CBR)	87
Tabla 30.	Niveles de Confiabilidad (R) recomendado	91
Tabla 31.	Confiabilidad, R, y valores de la desviación estándar, Z_R	93
Tabla 32.	Valores para el Índice Final de Serviciabilidad (p_i).....	94
Tabla 33.	Calidad del Drenaje.....	95
Tabla 34.	Valores sugeridos para el coeficiente de drenaje en capas bases y subbases no estabilizadas en pavimentos flexibles	96
Tabla 35.	Datos para ingresar en la aplicación Ecuación AASHTO 93	99
Tabla 36.	Datos para ingresar a la aplicación Ecuación AASHTO 93	100
Tabla 37.	Datos para ingresar en la aplicación Ecuación AASHTO 93	101
Tabla 38.	Datos para el diseño estructural	102
Tabla 39.	Espesores obtenidos con la geomalla uniaxial GUX-30	104
Tabla 40.	Espesores obtenidos con la geomalla biaxial P-BX 3030	106
Tabla 41.	Espesores obtenidos con la geomalla biaxial TX7.....	108
Tabla 42.	Espesores de capa para cada diseño	109
Tabla 43.	Longitud, ancho y área de vía.....	110
Tabla 44.	Partidas consideradas para el presupuesto del diseño de un pavimento flexible convencional	110
Tabla 45.	Partidas consideradas en el diseño de un pavimento flexible reforzado con geomalla coextruida uniaxial	111

Tabla 46.	Partidas consideradas en el diseño de un pavimento flexible reforzado con geomalla coextruida biaxial	111
Tabla 47.	Partidas consideradas en el diseño de un pavimento flexible reforzado con geomalla coextruida triaxial	112
Tabla 48.	Presupuesto final de cada diseño de pavimento flexible reforzado y no reforzado	112
Tabla 49.	Resultados recolectados de laboratorio para las muestras	115
Tabla 50.	Comparación en los espesores de capa para cada diseño	120
Tabla 51.	Análisis comparativo sobre los costos de ejecución del pavimento asfáltico convencional y un pavimento asfáltico reforzado con una geomalla triaxial TX7.....	121
Tabla 52.	Análisis comparativo sobre los costos entre las diferentes capas estructurales del pavimento asfáltico sin refuerzo y pavimentos flexibles reforzados	122

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1.	Estructura común del pavimento flexible.....	22
Ilustración 2.	Geomalla Coextruida uniaxial	25
Ilustración 3.	Geomalla Coextruida biaxial	26
Ilustración 4.	Geomalla Coextruida biaxial	27
Ilustración 5.	Procedimiento de la metodología AASHTO-93.....	32
Ilustración 6.	Nomograma para determinar el SN aplicado al diseño de pavimentos flexibles.....	33
Ilustración 7.	Representación del número estructural (SN).....	34
Ilustración 8.	Formato de recolección de datos para un pavimento flexible	36
Ilustración 9.	Formato específico para calcular del CDV	41
Ilustración 10.	Piel de cocodrilo, se muestra de izquierda a derecha severidad Baja, Media y Alta.....	43
Ilustración 11.	Exudación, de izquierda a derecha severidad Baja, Media y Alta	45
Ilustración 12.	Agrietamiento en bloque, de izquierda a derecha con niveles de daño Baja, Media y Alta.....	46
Ilustración 13.	Porcentaje existente de vehículos ligeros y pesados	72
Ilustración 14.	Aparato manual para límite líquido	77
Ilustración 15.	Antes y después de los golpes de la muestra de suelo acanalada.....	78
Ilustración 16.	Plano en planta del tramo de vía seleccionado para el análisis.	90
Ilustración 17.	Gráfico de AASHTO, recomendado para determinar el nivel de confiabilidad.....	92
Ilustración 18.	Gráfico para obtener el coeficiente estructural de la capa asfáltica en función del módulo resiliente.....	96
Ilustración 19.	Correlación entre el coeficiente estructural de la base granular (a_2) y diversos parámetros relacionados con la resistencia	97
Ilustración 20.	Correlación entre el coeficiente estructural de la subbase granular (a_3) y diversos parámetros relacionados con la resistencia.....	98
Ilustración 21.	Cálculo realizado con la aplicación Ecuación AASHTO 93	99
Ilustración 22.	Cálculo realizado a través de la aplicación Ecuación AASHTO 93 100	

Ilustración 23.	Cálculo realizado con la aplicación Ecuación AASHTO 93	101
Ilustración 24.	Diseño preliminar del pavimento flexible.....	102
Ilustración 25.	Diseño definitivo de la configuración estructural del pavimento flexible	102
Ilustración 26.	Presupuesto para cada diseño de pavimento flexible	113
Ilustración 27.	Tramos sin carpeta asfáltica y tramos a evaluar.....	114
Ilustración 28.	Diseño de pavimento flexible sin refuerzo	119
Ilustración 29.	Diseño de un pavimento flexible reforzado con geomalla coextruida triaxial Tensar TX7.....	119
Ilustración 30.	Gráfico comparativo sobre los costos de ejecución del pavimento asfáltico convencional y un pavimento asfáltico reforzado con una geomalla triaxial TX7	121
Ilustración 31.	Gráfico comparativo de los costos entre las diferentes capas estructurales del pavimento asfáltico sin refuerzo y pavimentos flexibles reforzados.....	122

Resumen

El presente proyecto EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, tiene como objetivo evaluar los pavimentos con el fin de plantear alternativas que optimicen su rendimiento. Para establecer el objetivo se llevó a cabo un análisis comparativo de carácter técnico - económico enfocado a un pavimento flexible no reforzado y pavimentos flexibles reforzados con tres tipos de geomalla, se desarrollaron estudios de mecánica de suelos, tráfico y topográfico que han permitido obtener los datos suficientes para los diseños. Se hallaron los espesores de capa en cada alternativa de diseño y posteriormente se realizaron comparaciones económicas de cada una de las alternativas propuestas en la fase de ejecución. Se obtuvo que el diseño de un pavimento asfáltico reforzado por una geomalla triaxial es la opción diseño óptima para la zona donde se desarrolla el proyecto.

Palabras claves: propuesta, pavimentación, pavimentos, flexible, geosintéticos, geomallas, refuerzo, suelos.

Abstract

The present Project EVALUATION AND DESIGN PROPOSAL OF PAVEMENTS OF THE URB. SAN EDUARDO AND URB. FEDERICO VILLARREAL 1ST AND 2ND STAGE, IN THE DISTRICT AND PROVINCE OF CHICLAYO, aims to evaluate pavements in order to propose alternatives that optimize their performance. To establish this objective, a comparative technical-economic analysis was carried out, focusing on both unreinforced flexible pavement and flexible pavements reinforced with three types of geogrids. Soil mechanics, traffic, and topographic studies were conducted to gather sufficient data for the designs. Layer thicknesses were determined for each design alternative, and subsequent economic comparisons were made during the execution phase. The study concluded that the design of an asphalt pavement reinforced with a triaxial geogrid is the optimal choice for the area where the project is being developed.

Keywords: proposal, paving, pavements, flexible, geosynthetics, geogrids, reinforcement, soils.

Introducción

Las autopistas y carreteras durante mucho tiempo han sido el medio principal de comunicación, estas vías permiten que las ciudades y comunidades se conecten con las grandes ciudades, siendo necesarias para el desarrollo económico de un país. Conociendo la importancia de las carreteras y autopistas, estas deben permitir un tránsito cómodo y seguro; caso contrario causarían retrasos, disconformidad entre los usuarios y generando un crecimiento económico lento. Por tal motivo, en el diseño de pavimentos se deben considerar todos los requerimientos técnicos necesarios para que logre tener un desempeño óptimo durante su periodo de servicio, también tomándose en cuenta que los costos para su ejecución no sean muy elevados e imposibiliten la inversión en dichas obras. Los avances en el diseño de pavimentos buscan mejorar su rendimiento y eficiencia de servicio del pavimento a través del mejoramiento de sus capas estructurales desde el uso de materiales básicos hasta productos sintéticos manufacturados como las geomallas y los geosintéticos.

En países como Estados Unidos, se han venido usando geomallas en las carreteras sobre todo en aquellas zonas pantanosas ubicadas en las cercanías de la costa oriental, en la ciudad de Chicago hay un lugar en donde las condiciones del sitio son desfavorables para la construcción de una vía, pero se pudo mejorar con el uso de geotextiles. Además, otros usos comunes de estos geotextiles eran para rehabilitar intersecciones entre vías, una forma de minimizar los asentamientos era con el uso de geotextiles y geomallas.

En Latinoamérica lo que respecta a diseño de pavimentos, se ha buscado innovar, tratando de mejorar aquellos problemas que pueden presentarse en los pavimentos, como sostiene Vargas et al [21] bajo el impacto del tráfico, los pavimentos están expuestos a altas cargas dinámicas, se forman grietas y, cuando se combina con el agua, solo se acelera su deterioro, así que una manera de reducir las grietas en pavimentos y que la humedad las deteriore, sería el uso de geomallas en los asfaltos, ya que estas mejoran las condiciones de servicio además que permite reforzar estructuralmente el pavimento flexible.

El Perú tiene vías que atraviesan zonas lluviosas o zonas en donde los materiales son de baja calidad, como sucede con la carretera interoceánica, una publicación de CONIRSA en el 2007 comentaba el caso histórico de la carretera interoceánica sur donde

se utilizó geomallas biaxiales en los poblados de Kcauri y Pampacamara en el distrito de Quispicanchi en la región Cusco, en dichos lugares según los estudios de suelos que realizó CONIRSA, encontraron una subrasante deficiente con un CBR de 2.1%, por tanto una de las soluciones fue el uso de geomallas biaxiales, permitiendo reducir los espesores para beneficio de la subrasante.

A nivel local, en la ciudad de Chiclayo las urbanizaciones San Eduardo y Federico Villarreal 1er y 2da etapa, comprenden un área de 223928 m², con 4.22 km de vías con pavimento flexible, las vías se encuentran estructuralmente deterioradas dificultando la circulación vehicular, afectando la comodidad y la seguridad del conductor que tiene que aumentar o reducir la velocidad del vehículo, también afecta al peatón. Las vías han sido descuidadas por las autoridades, no disponen de un plan para el mantenimiento de estas vías, con la llegada de centros comerciales como Open Plaza, el incremento de tiendas, restaurantes y bodegas han propiciado que estas avenidas se vuelvan más transitadas generando el ingreso de vehículos pesados que han dañado el pavimento flexible.

También las lluvias en donde el agua se queda almacenada provocando grandes charcos de agua, como fue el último fenómeno del niño en donde fuertes lluvias y el colapso de los desagües hicieron que muchos tramos de estas avenidas y algunas intersecciones se vieran inundadas e intransitables. Esto crea una amenaza a la salud pública ya que al secarse queda una costra de barro que con el tránsito vehicular comienza a hacerse polvo y como Chiclayo es una ciudad en donde hay fuertes ráfagas de viento, levanta el polvo generando problemas respiratorios y enfermedades a la vista. Además, el mal estado de estas avenidas no solo daña los vehículos, también puede causar accidentes a los peatones, sobre todo en niños y personas ancianas que tienen que cruzar estas vías en muy mal estado.

La justificación del proyecto originalmente incluye tres relevancias: conveniencia; social y teórico, buscando dar un aporte del proyecto a la ingeniería han considerado una cuarta relevancia que es técnico. En el aspecto de conveniencia permitirá: mejorar la estructura del pavimento, reducción de los agrietamientos y problemas debido a factores climáticos, además los habitantes de la zona y los dueños de vehículos tendrán un tránsito más fluido. En el aspecto social implica: un beneficio económico ante el aumento de locales comerciales y sus colegios existentes, tendrán un mejor acceso, además del bienestar social para quienes viven en la zona de estudio. Por su valor teórico: dicha

investigación se ha efectuado siguiendo la metodología AASHTO-93, aplicado en diferentes proyectos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Además de la evaluación por el método del PCI. Por su valor técnico: implementar las geomallas como reforzamiento estructural del pavimento reduciendo sus capas granulares, incrementando resistencia y restricciones laterales, además se conocerá la calidad del suelo en el área donde el proyecto de investigación se está realizando.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal evaluar la pavimentación de las urbanizaciones San Eduardo y Federico Villarreal 1er etapa y proponer una alternativa de diseño que permita proporcionar las adecuadas condiciones de transitabilidad. Los objetivos específicos planteados en el proyecto son los siguientes: determinar en los pavimentos asfálticos las fallas existentes mediante la evaluación PCI (Índice de Condición del Pavimento); realizar la topografía de la zona para obtener el relieve del terreno; identificar a través del estudio de mecánica de suelos el estado del suelo y aplicar las normas correspondientes; determinar el estudio de tráfico que servirá como parámetro de diseño; analizar el costo - beneficio para la elección del tipo de pavimento y finalmente diseñar el pavimento elegido por según los parámetros establecidos en AASHTO-93.

Debe tenerse en la siguiente consideración, el presente estudio se le dio un plus, que es aportar conocimiento a la ingeniería civil sobre la influencia de las geomallas aplicadas en el diseño de un pavimento en suelos arcillosos, limosos de baja plasticidad, esto sin alterar el objetivo principal y los objetivos específicos planteados en esta investigación. En el diseño del pavimento reforzado se aplicó los parámetros y recomendaciones establecidos por AASHTO reforzado. Estos aportes pueden servir de ayuda a futuros proyectos de investigación.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Internacional

[1] **Álvarez, L. y Bermúdez, W. (2020).** «Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles» (tesis de pregrado). Universidad Piloto de Colombia, Girardot, Colombia.

El propósito del autor radica en analizar y contrastar el diseño de pavimentos que incorporan geosintéticos como las geomallas, conceptualizando y justificando el uso del geosintético como componente de refuerzo, consistencia y durabilidad de la estructura. Además, dará a conocer los diversos usos, el comportamiento y la resistencia que puede generar en cada capa, demostrando que este material tiene aportes positivos en la estructura vial.

El autor realiza diseños con los parámetros establecidos por AASHTO-93, primero realiza el diseño de un pavimento convencional y el segundo diseño se encuentra reforzado por una geomalla biaxial, esta geomalla le permitió disminuir el tamaño de la estructura en 17 cm, por lo que llega a la conclusión que el uso de geomallas tiene un aporte beneficioso no solo a nivel estructural sino también en cuestión de tiempo y costos.

[2] **Palomares, J y Mojica, V. (2021).** «Implementación de Geosintéticos en la Ingeniería de Pavimentos como Solución de Mejoramiento para la Subrasante de Pavimentos Flexibles». Universidad Católica de Colombia, Colombia.

Los autores a través del presente trabajo realizan un estudio basado en el uso de geosintéticos como una factible solución en el desarrollo de pavimentos para subrasantes donde predominan suelos arcillosos muy deformables. Para la investigación primero obtuvieron el CBR de la subrasante, procedieron a generar opciones factibles en relación con el costo-beneficio derivado de la disminución de los espesores en las capas granulares que conforman la estructura del pavimento.

En el análisis de los datos, los investigadores implementaron el software desarrollado por Pavco donde demuestran el aporte mecánico que dan los refuerzos geosintéticos

al ser aplicados en suelos con baja capacidad portante, reduciendo 48% del espesor original evidenciando como los geosintéticos disipan las cargas dinámicas que son aplicadas a la estructura. Además, presentan un análisis económico al implementar geosintéticos el cual varía según el tipo de material que se va a emplear.

Nacional

[3] Miranda Ramos, E. (2019). «Diseño de una Base Granular reforzada con Geomalla Biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – Ongon. provincia de Pataz. La Libertad» (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad, Perú.

En el estudio el autor evaluaba emplear como refuerzo una geomalla biaxial en pavimentos asfálticos, utilizando el metodología AASHTO-93 para el diseño, se desarrolló un pavimento de manera convencional y con los datos obtenidos del EMS se realizó dos modelos reforzados el primero con geomalla biaxial LBO 202 con una resistencia de 20 KN y segundo con una geomalla LBO 302 con una resistencia de 30 KN, empleando el software Geosoft PAVCO.

De la comparación del autor entre los tres proyectos, obtuvo los siguientes resultados: el diseño con geomalla biaxial LBO 202 pudo reducir la base en un 4% y la subbase se redujo en un 43%; el diseño con geomalla biaxial LBO 302 redujo la capa base un 8% y la capa subbase se redujo un 50%, y el costo se reduce en un 2.31% y 3.73% respectivamente.

[4] Hinostroza, H. (2018). «Diseño de Pavimento Flexible Reforzado con Geomallas para la Reducción de la Estructura del Pavimento» (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.

En el estudio el autor buscaba determinar el aporte que brinda la incorporación de la geomalla biaxial y si es viable económicamente sin disminuir la calidad del pavimento. Para los diseños del pavimento el autor empleó el método AASHTO 1993

para un pavimento convencional y para reducir la dimensión del pavimento se emplearon los métodos ASHTO – R50 (2009) y AASHTO – PP46 (2001).

Al comparar la deformación vertical entre un pavimento convencional y uno reforzado obtuvo los siguientes resultados: pavimento flexible sin refuerzo una deformación máxima de -3.875 mm y el pavimento flexible reforzado presento una deformación máxima de 2.962 mm. Realizó modelos colocando la geomalla en tres posiciones diferentes: primero como refuerzo entre las capas base y sub base donde obtuvo una deformación -2.962 mm; segundo como refuerzo entre la capa sub base y subrasante donde obtuvo un desplazamiento máximo de -3.136 mm y tercero colocando entre las capas granulares base y subbase un doble refuerzo y las capas subbase y subrasante con un desplazamiento máximo de -2.600 mm.

[5] Mera, J. (2017). «Evaluación Técnico- Económico del uso de Geomalla Multiaxial como refuerzo en la Subrasante de la carretera Santa Cruz – Bellavista, Distrito Bellavista - Jaén - Cajamarca» (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

El autor busca determinar que tanto puede influir una geomalla en proyectos de pavimentos asfálticos, donde se observa un tipo de suelo A-7 según AASHTO con un CBR de 2.25%, planteándose tres alternativas de diseño: primero un diseño convencional según la norma AASHTO 1993; segundo el diseño con una geomalla biaxial Tenax LBO 202 y tercero con geomalla biaxial Tenax LBO 302.

Con la presente investigación el autor observó que, en las secciones de diseño reforzadas con una geomalla multiaxial, el espesor variaba entre 5.4% y 39.2% respecto a la sección no reforzada, lo que indicaba un menor uso de material granulado. Además, el uso de geomalla multiaxial es menos costoso en un suelo con $CBR < 2.5\%$, con una diferencia entre 10% y 24% en relación con el costo de un diseño de pavimento convencional. El autor recomienda evaluar el uso de las geomallas cuando se tiene un $CBR > 6\%$, ya que económicamente puede ser desfavorable.

Local

[6] Villegas, D. (2019). «Diseño del pavimento asfáltico utilizando geomallas de fibra de vidrio en Urbanización el Ingeniero I, Chiclayo» (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.

En el trabajo de investigación, el objetivo principal del autor es diseñar un pavimento asfáltico utilizando fibra de vidrio. Al diseñar el pavimento, el autor tomó datos previos de estudios de tráfico, calculó que espesor debe tener de cada capa con el número estructural e hizo cuatro calicatas para efectuar un estudio de mecánica de suelos y estableció dos calicatas para usar su CBR de diseño al 95%, en el diseño convencional utilizo la metodología AASHTO y con respecto al diseño reforzado utilizó como guía el manual de Geosintéticos PAVCO.

El autor concluye que utilizar la geomalla hecha con fibra de vidrio ayuda a reducir en 28% el espesor que tiene la capa a nivel de carpeta asfáltica a diferencia del diseño tradicional.

Bases teórico - científicas

a. Bases legales

❖ Norma E.050: Suelos y Cimentaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones

Consta de 6 capítulos y fija los requisitos del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) que estén relacionadas con cimentaciones, ya sea edificaciones u otras obras especificadas en la norma. La norma se aplica a nivel nacional, las exigencias son mínimas, además los impactos producidos por anomalías geodinámicas externas no son tomados en cuenta y en las zonas donde se sospecha la presencia de ruinas arqueológicas no se aplica.

❖ Norma CE.010: Pavimentos Urbanos 2010.

Fue aprobada por D.S. N° 001-2010-VIVIENDA y abarca 7 capítulos con 7 anexos. Establece aquellos mínimos requerimientos a tomar en cuenta al

realizar un diseño, rehabilitación y mantenimiento de pavimentos urbanos. El fin de la norma es asegurar el buen uso de los recursos, durabilidad y correcto comportamiento del pavimento urbano durante su periodo de desempeño.

❖ **Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos 2014**

El manual de carretera cuenta con 17 capítulos y ha sido elaborado para ofrecer a los ingenieros un criterio homogéneo en tema de pavimentos y suelos, facilitando la implementación en el diseño de las capas superiores y la estructura de la superficie de rodadura. El manual está sujeto a posible incorporación de actualizaciones, nuevas metodologías, ajustes o reformas de las existentes, éstas se pueden dar por iniciativa del MTC o ser propuestas por terceros siendo estas debidamente acreditadas o justificadas ante el MTC.

b. Pavimentos

Los pavimentos se componen de diferentes capas sobrepuestas horizontalmente, diseñadas y con materiales adecuados y debidamente compactados, la estructura esta soportada por la subrasante el cual se encargará de resistir las cargas transmitidas de los vehículos que la transitan durante la vida útil por el que fue diseñado.

❖ **Pavimento flexible**

Un pavimento flexible se construye sobre la base y una subbase, aunque dependiendo de las exigencias del pavimento es posible quitar una de estas capas, la carpeta es de material bituminoso.

Ilustración 1. Estructura común del pavimento flexible

<i>Posición relativa en la estructura</i>		<i>Material de construcción</i>
	Superficie	Asfalto o sello asfáltico
	Base	Mezcla asfáltica/granular estabilizado con asfalto o cemento/granular
	Subbase	Granular estabilizado con asfalto o cemento/granular
	Subrasante	Granular estabilizado con cemento/granular/material in-situ

Fuente: Cold Recycling Technology, 2012

❖ **Carpeta asfáltica**

Es la capa superior de rodadura que debe ofrecer al pavimento una capa uniforme y resistente, con una tonalidad y texturas adecuadas que permitan tolerar los efectos abrasivos derivados del tránsito vehicular.

Aptas para resistir los efectos erosivos generados por el tránsito vehicular.

❖ **Base granular**

La función primordial que tiene esta capa granular dentro de la estructura del pavimento es actuar como un componente estabilizador que transfiere las cargas generadas por el tráfico a la subrasante con un nivel de intensidad adecuado.

❖ **Subbase granular**

Una subbase adecuadamente diseñada previene la intrusión del material de la base en el material subyacente de la subrasante y, además, desempeña un rol de filtro para la base, impidiendo la contaminación por partículas finas que podrían comprometer su integridad estructural.

❖ **La subrasante.**

En un pavimento flexible o rígido su espesor está estrechamente ligado a la calidad que pueda tener la subrasante. La disposición de soportar cargas o la resistencia a deformarse debido a los esfuerzos cortantes producto de las cargas vehiculares se emplea como parámetro para evaluar dicho nivel de calidad. Es crucial considerar la susceptibilidad del suelo a la humedad, tanto en términos de su resistencia como de las posibles variaciones volumétricas (hinchazón y contracción). Las fluctuaciones en el volumen de suelos expansivos pueden provocar daños significativos en las estructuras sobre las que reposan, lo que exige una atención particular al construir pavimentos sobre tales suelos para evitar variaciones en la humedad del suelo, haciendo indispensable la consideración de medidas de impermeabilización de esta capa. Otra estrategia para mitigar este inconveniente es la estabilización del suelo mediante aditivos, siendo la estabilización con cal la opción que ha demostrado ser más efectiva en nuestras condiciones.

c. **Geomallas**

Las geomallas empleadas como elementos de refuerzo desempeñan un papel crucial en la prevención de fallos potenciales en la base o en la capacidad de carga de la subrasante. Su uso en carreteras permite reducir movimientos de tierra y mejora la vida útil del pavimento traduciéndose en beneficios económicos además de una reducción del impacto ambiental [8].

❖ **Tipos de geomallas**

Las geomallas están compuestas por costillas, que son fibras de materiales geosintéticos, interconectadas en puntos específicos denominados nodos, configurando generalmente una estructura rectangular. Esta disposición genera una estructura abierta que facilita el paso del suelo a través de su plano. Usualmente, las geomallas se fabrican a partir de polipropileno, polietileno

de alta densidad o poliéster. Además, según el proceso de producción, distinguimos tres tipos: extruido, tejido y soldado según [9].

- **Geomallas Coextruidas**

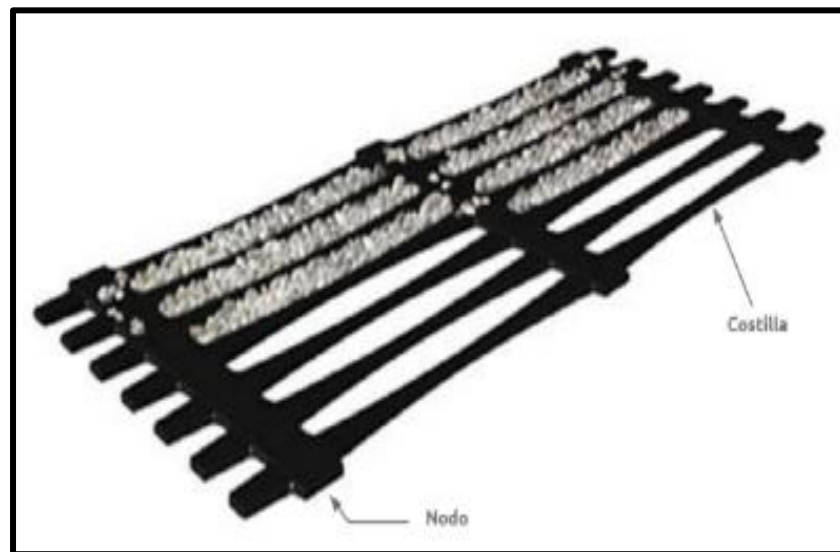
Se trata de estructuras bidimensionales de polipropileno creadas mediante la perforación de láminas de este material, creando una estructura muy estable en su configuración. Como consecuencia del proceso de fabricación, se establece una conexión de naturaleza molecular que da lugar a la formación de elementos monolíticos, lo que culmina en una eficiencia de transmisión que supera el 90% entre nodos y flancos. Además, las geomallas de coeficiente se caracterizan por una alta rigidez a la flexión y torsión como menciona [9].

- **Geomalla Coextruida Uniaxial**

Las Geomallas Coextruidas Uniaxiales son sistemas estructurales fabricados a partir de polietileno de alta densidad, mediante un proceso de extrusión seguido de una orientación unidireccional bajo tensión. El resultado de este proceso es un armazón monolítico con una distribución uniforme de agujeros elípticos largos, que produce una alta resistencia cuando es traccionado y un módulo de tracción alto en la dirección longitudinal. El diseño de esta geomalla proporciona un sistema óptimo de tracción del terreno, especialmente en el caso de los granulados.

Esta geomalla de HDPE es completamente inerte a las exposiciones químicas o biológicas que se encuentran comúnmente en los suelos y tiene una resistencia muy alta a los esfuerzos de tracción. Esta situación, sumada a la capacidad del suelo para absorber las tensiones aplicadas, da lugar al concepto de estructuras de suelo reforzado, análogas al hormigón y a las construcciones reforzadas según [9].

Ilustración 2. Geomalla Coextruida uniaxial



Fuente: Pavco Wavin, Diseño de Infraestructura con Geosintéticos décima edición, Colombia, 2021

▪ **Geomalla Coextruida Biaxial**

Las geomallas de este tipo son bidimensionales hechas de polipropileno, además de ser químicamente inertes, uniformes y homogéneas, son extruidas y luego son estiradas en sentido longitudinal y luego en sentido transversal. Este proceso da como resultado una estructura con espacios rectangulares igualmente espaciados con una gran resistencia a la tracción tanto longitudinal como transversalmente y caracterizada por un módulo elástico elevado. La geomalla por su estructura garantiza una adherencia óptima al suelo. Este tipo de geomalla está formada por componentes rígidos y nudos que pueden aportar mayor estanqueidad. Particularmente suelen ser positivos para dar refuerzo a pavimentos flexibles y rígidos según [9].

Ilustración 3. Geomalla Coextruida biaxial



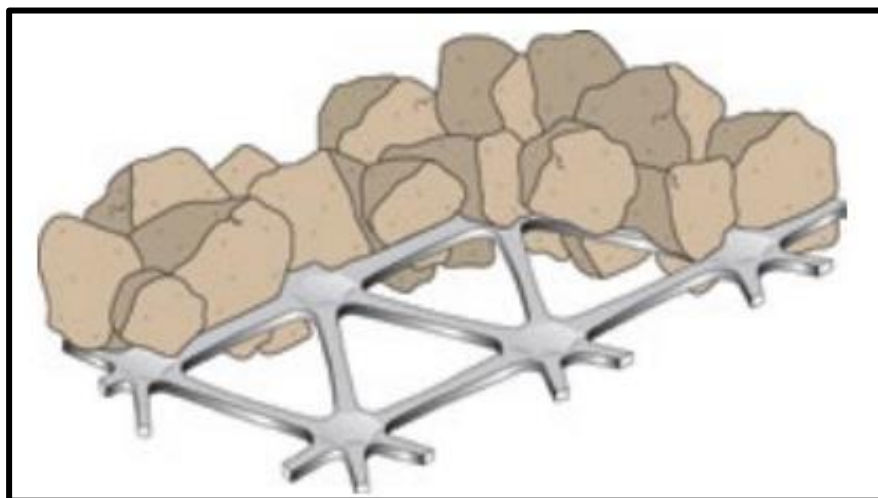
Fuente: Pavco Wavin, Diseño de Infraestructura con Geosintéticos décima edición, Colombia, 2021

▪ **Geomalla Coextruida Triaxial**

Según Mera (2017), Tienen tres direcciones principales de rigidez, mejoradas adicionalmente por la configuración geometría de rigidez triangular. Una distribución de cargas tridimensionales actuando radialmente a todos los niveles de la unidad. Permite garantizar el funcionamiento óptimo de la capa mecánicamente estable con el sistema de refuerzo de geomalla. Las partículas aglomeradas quedan atrapadas dentro de la geomalla y confinadas en los agujeros. Estas crean una capa compuesta y más rígida asegurando un mejor rendimiento.

En la capa estabilizada mecánicamente, sus propiedades estructurales se ven condicionadas por las dimensiones y la profundidad de las zonas confinadas. Cuando se usan en caminos sin pavimentar, las geomallas triaxiales representan una solución eficaz y simplificada para optimizar el refuerzo de la capa de granular y mitigar las tensiones inducidas en el terreno según [5].

Ilustración 4. Geomalla Coextruida biaxial



Fuente: Geomalla Triax TENSAR, 2016

- **Geomallas Tejidas**

Están hechos de hilo de multifilamento de poliéster, que puede o no estar recubierto con varios polímeros. Se hacen tejiendo los hilos en forma perpendicular en el telar; Estas geomallas al ser traccionadas alcanzan una gran resistencia, sin embargo, la conexión entre el nudo y las nervaduras permite un movimiento relativo entre ellas, afectando el mecanismo de sujeción y la eficiencia del nudo, que puede rondar el 20%, reduciendo su poder efectivo según [9].

- **Geomallas Soldadas**

Generalmente están hechos de tiras de poliéster multifilamento recubiertas con un polímero que protege el material contra los rayos UV. Aunque estas geomallas tienen buenas propiedades mecánicas y excelente resistencia, sus costillas se unen por termofusión, lo que reduce la eficiencia de los nudos hasta en un 10% según [9].

- ❖ **Eficiencia de las geomallas**

Wavin en su manual de Diseño de Infraestructuras con Geosintéticos a través de un cuadro comparativo nos muestra la eficiencia en cada geomalla según su tipo [9].

Tabla 1. Eficiencia de las geomallas

Tipo	Afectación de la resistencia por tipo de Geomalla		
	Coextruida	Tejida	Soldada
Eficiencia en nodos	90%	20%	10%

Fuente: Pavco Wavin, Diseño de Infraestructura con Geosintéticos décima edición, Colombia, 2021

d. Estudio de mecánica de suelos

El presente estudio de mecánica de suelos aplicado a pavimentos tiene por propósito determinar los valores físicos, químicos y mecánicos del suelo, con importancia en relación con los estudios fundamentales de ingeniería de suelo, terreno y tráfico.

Algunos ensayos que se realizan en pavimentación son:

❖ **Análisis Granulométrico**

Toma como referencia las normas AASHTO T88, ASTM D-422, MTC E 107-2000. El propósito es que la repartición de las dimensiones de las partículas presentes en la muestra de suelo sea cuantificable. El reglamento nos describe un procedimiento para conseguir el porcentaje de partículas del suelo que atraviesa una serie de tamices en la prueba hasta llegar al tamiz con una abertura de 74 mm (N° 200).

❖ **Límites de Atterberg**

Permiten establecer en suelos arcillosos y limosos de grano fino el contenido de humedad presente cuando estos se encuentran entre sus estados sólido, semisólido, plástico y líquido. Permiten una caracterización rápida del suelo ya que son pruebas de laboratorio muy rápidas y no requieren la obtención de muestras inalteradas.

❖ **Proctor Modificado**

Referencias normativas: NTP 339.141, MTC E-115 2000, ASTM D-1557. El estudio abarca una técnica de compactación empleado en un laboratorio para obtener la correspondencia que existe entre el contenido de humedad en la muestra y su peso por unidad de peso seco del suelo (curva de compactación) realizados en moldes de compactación que tienen diámetros de 101.6 ó 152.4 mm (de 4 a 6 pulgadas), tiene un pisón con una fuerza de 44.5 N (10 lbf) que se deja caer desde una altura de 457 mm (equivalente a 18 pulgadas), proporcionando una energía de compactación equivalente a (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)) según lo menciona [10].

❖ **CBR (California Bearing Ratio)**

Este estudio examina la potencial solidez de la subrasante, la base y subbase, incluyendo los materiales reciclados, para su aplicación en pavimentación y aeropuerto. De este ensayo CBR se obtiene un valor que es una parte importante de varias metodologías de diseño para pavimentos según menciona [10].

e. Estudio de tráfico

El propósito del estudio es determinar el flujo de vehicular que transitará por un punto de control fijo, los resultados del muestreo constante de tráfico vehicular son cuantificados. El muestreo determinará la cantidad y el tipo de vehículos que diariamente circulan por el sitio de control fijo, los datos recopilados son esenciales en la realización del diseño de un pavimento. El flujo vehicular obtenido está expresado en número.

i) Índice medio diario anual

El Índice Medio Diario Anual (IMDA) nos permite estimar el tráfico de vehículos que recorren una sección de la carretera a lo largo un año, resultando en un valor estimado numérico. El IMDA resulta del contabilizar y clasificar semanalmente vehículos en campo, así como un factor de corrección el cual evalúa anualmente el desenvolvimiento del transporte de carga y pasajeros. El IMDA es obtenido al multiplicar

el Factor de Corrección Estacional (FC) y el Índice Medio Diario Semanal (IMDS) según menciona [11].

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC}$$

Donde:

IMDS : representa el Índice Medio Diario Semanal o Promedio de Tráfico Diario Semanal

FC : representa el Factor de Corrección Estacional.

ii) Tasa de crecimiento anual

Se deriva de las características locales y el aumento económico de la región, lo que afecta el aumento en el tráfico de automóviles y algunas diferencias en los vehículos que se desplazan por la zona donde se lleva a cabo la investigación.

iii) Factor Equivalente de Carga

La conversión se realiza mediante la utilización del Factor Equivalente de Carga (Fec), que se refiere al número de aplicaciones ESALs proporcionadas por el eje dado. Por lo tanto, Fce es un dato numérico que representa la correspondencia entre la pérdida de rendimiento debido a un peso por eje estándar de 18 Kips y las cargas generadas por un eje diferente.

iv) Tráfico de diseño

Quizás el dato más relevante para el diseño de una infraestructura vial es el volumen de tránsito, porque mientras el tamaño y la magnitud de los vehículos afectan su geometría, la cantidad y peso por eje son determinantes en el diseño vial tal como menciona [7].

f. Estudio topográfico

Este estudio es muy útil para los trabajos de ingeniería, tiene el objetivo de brindar la información del terreno como coordenadas planimétricas y las elevaciones de la vía en diferentes puntos. Para realizar el estudio los equipos deben estar

debidamente calibrados para obtener de forma precisa los datos que se van a tomar.

- **Altimetría**

La altimetría abarca técnicas para proyectar ubicaciones sobre la superficie terrestre en un plano vertical mediante un procedimiento denominado nivelación, este proceso se emplea fundamentalmente para establecer las variaciones en la elevación entre diferentes puntos en la superficie terrestre.

- **Planimetría**

Estudia los puntos en el terreno para representarlos sobre un plano horizontal denominado plano de referencia. Para trasladar un punto del espacio tridimensional a un plano bidimensional, es esencial establecer un sistema de referencia que interrelacione los puntos medidos con respecto a un origen común.

g. Metodología AASHTO 93

Las pautas para diseñar pavimentos rígidos se desarrollaron simultáneamente con las pautas para pavimentos flexibles y fueron publicados en el mismo compendio técnico. Su diseño se basa en ecuaciones obtenidas empíricamente derivadas de las pruebas en carreteras hechas por AASHTO, con ciertos cambios posteriores apoyadas en la teoría y la experiencia, tal como se menciona [12]

❖ Variables usadas en el método AASHTO 93

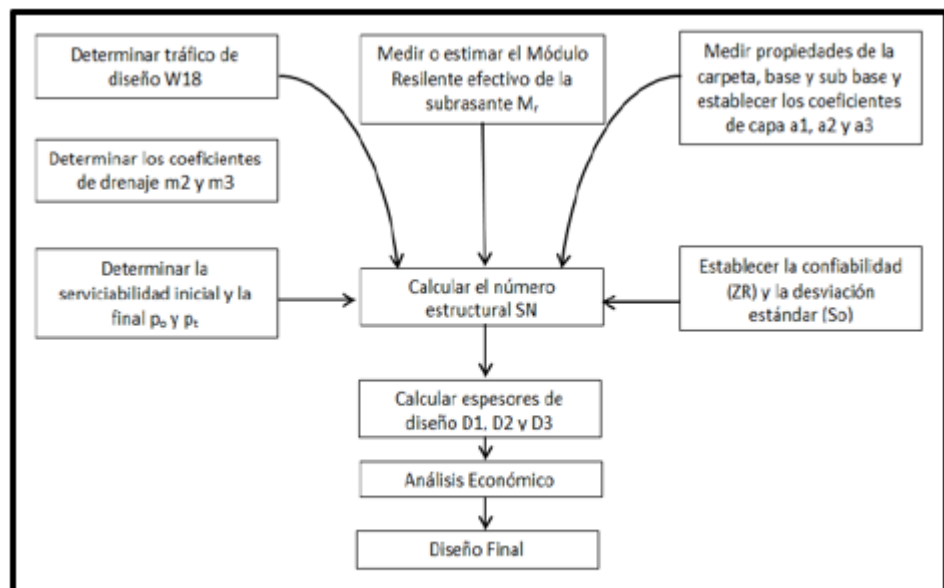
- Tránsito de diseño
- Confiabilidad
- Desviación estándar
- Módulo de resiliencia de la subrasante
- Número estructural
- Pérdida de serviciabilidad
- Coeficiente de drenaje

❖ Procedimiento de la metodología AASHTO-93

En el procedimiento metodológico AASHTO, el objetivo es determinar los espesores de las diversas capas estructurales que constituyen el pavimento para lograr obtener los valores d_1 , d_2 y d_3 básicos para el diseño. Asumiendo que la sección incluye la superficie de la carretera, la subbase y la subbase, se requiere entonces tres cubiertas estructurales: d_1 , d_2 y d_3 . El proceso de desarrollo del diseño está dividido en las siguientes etapas, según menciona [13].

- Cálculo del tráfico, necesario para el tiempo de diseño (W_{18}).
- Calcular la probabilidad R y la desviación estándar S_o .
- Definir el M_r (módulo de resiliencia) efectivo que tiene la subrasante.
- Conocer el deterioro de serviciabilidad del diseño.
- Determinar el número estructural (SN) por ábaco, fórmulas o software.
- Ajustar el espesor en función del número estructural (SN).

Ilustración 5. Procedimiento de la metodología AASHTO-93



Fuente: Yovera Adanaqué, 2018 [13]

- Obtención del Número Estructural (SN)

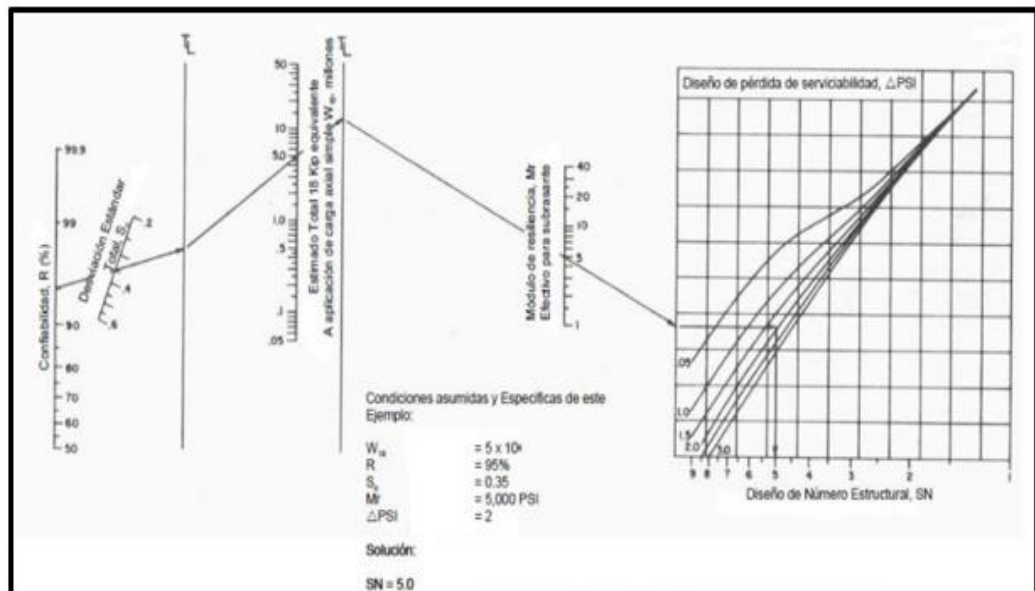
Se puede calcular mediante la siguiente formula:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \cdot S_o + 9,36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0,2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log_{10}(M_R) - 8,07$$

- **W18** = Número estimado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas.
- **ZR** = Desviación Estándar Normal.
- **So** = Error estándar combinado de la predicción de tránsito y de la predicción del comportamiento.
- **PSI** = Diferencia entre el índice de servicio inicial (po) y la serviciabilidad final (pt).
- **MR** = Módulo Resiliente.
- **SN** = número estructural.

O mediante el nomograma de la guía AASHTO

Ilustración 6. Nomograma para determinar el SN aplicado al diseño de pavimentos flexibles



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 1993

- Cálculo de los espesores para cada capa
Obtenido el número estructural (SN), el siguiente paso es identificar las capas cuyos espesores, al ser combinados, nos den la capacidad de carga

concerniente al número estructural (SN). El cálculo se realiza mediante la siguiente formula [7]:

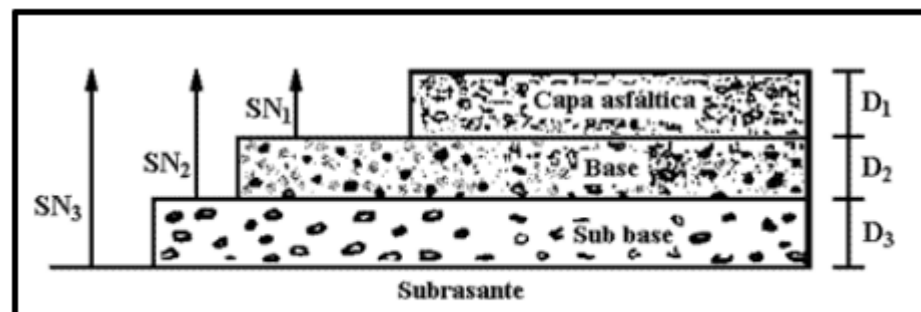
$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

- a_i = Coeficiente estructural de la capa i , el cual depende de la característica del material con que ella se construya.
- d_i = Espesor de la capa i en pulgadas.
- m_i = Coeficiente de drenaje de la capa i .

En el cálculo de cada capa, es necesario seguir un proceso de tres pasos, el primero es suponiendo que tenemos un suelo granular y calculando el SN1 (número estructural correspondiente) para que el espesor de la capa se pueda calcular directamente dividiendo SN1 por el coeficiente dado para la carpeta asfáltica, en el siguiente paso se repite el cálculo, pero teniendo en cuenta la capa base con las propiedades de la subbase obteniendo SN2, se determina el espesor de la base, se realiza el cálculo de SN3 teniendo en cuenta la capa de suelo subyacente. Dado que el grosor de la carpeta y de la base se han calculado de antemano, la diferencia será el grosor de la capa subbase. Las ecuaciones relevantes se muestran a continuación según [13].

Ilustración 7. Representación del número estructural (SN)



Fuente: Yovera Adanaqué, 2018 [13]

h. Índice de Condición del Pavimento (PCI)

❖ Definición

En el proceso para obtener la Condición del Pavimento (Pavement Condition Index - PCI) se establece el procedimiento óptimo para realizar una valoración y apreciación de los pavimentos flexibles y rígidos, su implementación es simple al no requerir de herramientas específicas. Se realiza para conocer el estado y la condición del pavimento, y recomendar mantenimiento y reparaciones en función al estado real del pavimento.

El PCI va desde un valor igual a cero (0) para una superficie asfáltica fallada o muy malas condiciones, hasta un valor de cien (100) para una superficie asfáltica en óptimas condiciones. La siguiente tabla muestra los rangos que se usan en la metodología PCI con su respectiva descripción de la clasificación de la condición del pavimento según [14].

Tabla 2. Rango y Clasificación para PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Vásquez (2002) [14]

Los cálculos de PCI se justifican en datos obtenidos visualmente por una lista con las condiciones del pavimento donde se fijan el tipo, magnitud y cantidad del daño que presenta. El método nos permite conseguir un índice que indica estado estructural que presenta el pavimento y como se encuentra la superficie del pavimento. La información obtenida nos presenta una idea más clara de los daños experimentados por el pavimento y su relación con el clima o las cargas.

Tabla 3. Longitud de las unidades de muestreo en un pavimento asfáltico

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Vásquez (2002)

Obtención de Unidades de Muestreo para ser Evaluadas

Al realizarse la evaluación, es posible obtener una cantidad significativa de unidades para muestra que demandaran tiempo y recursos considerables para su inspección; entonces se debe utilizar un procedimiento para realizar el muestreo.

Todas las unidades de la evaluación tienen que ser inspeccionadas, sin embargo, de no ser posible, se puede obtener una cantidad mínima de unidades para ser evaluadas, se puede obtener por medio de la siguiente ecuación 1, la cual nos da una estimación del PCI ± 5 del promedio con un 95% de confianza según menciona [14].

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Al comienzo de la evaluación, se considera una desviación estándar del Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 10 para pavimentos flexibles cuyo rango de PCI es igual a 25 y para un pavimento rígido el valor de la desviación estándar es 15 cuyo rango para el PCI es igual a 35, en evaluaciones subsecuentes se empleará la desviación estándar verdadera (rango del PCI) de la evaluación previa para obtener una mínima cantidad de unidades a evaluar. Si la mínima cantidad de unidades a ser analizadas está por debajo de cinco ($n < 5$), se deberán analizar el total de unidades como menciona [14].

Selección de las Unidades de Muestreo para el proceso de Inspección

Se recomienda que las unidades elegidas sean distribuidas uniformemente a lo largo de la sección del pavimento, iniciando con la selección aleatoria de la primera unidad conforme a los procedimientos detallados a continuación según menciona [14]:

- a) La distancia del muestreo (i) se manifiesta mediante la siguiente ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

- b) Se selecciona aleatoriamente el inicio, entre el primer intervalo de muestreo y el intervalo de selección subsecuente.

Seleccionar las Unidades Adicionales de Muestreo

Las limitaciones principales del método de muestreo es que algunas muestras quedan excluidas de verificación y evaluación cuando se encuentran en condiciones muy deterioradas. Además, las muestras con una sola falla (por ejemplo, "un cruce ferroviario") pueden incluirse en la muestra erróneamente. Para prevenir esta situación, los controles deben identificar unidades de muestra inusuales y probarlas como "unidades complementarias" en lugar de unidades "representativas" o aleatorias. Cuando se adiciona unidades de muestreo, los cálculos de PCI se modifican levemente para evitar que las condiciones anormales de toda la sección se tengan que extrapolar.

- **Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

Completado el reconocimiento del lugar, la indagación de daños servirá para determinar el PCI. Los cálculos se pueden hacer manualmente o por computadora y se basan en un "valor deducido" para cualquier deterioro de la magnitud y severidad reportada.

Cálculo para Capa Asfáltica:

- **Etapa 1.** Cálculo del Valor Deducido:

1.a. Totalizar los daños correspondientes a cada tipo y nivel de severidad, consignándolos en la columna indicada como TOTAL en el formato PCI-01. Se puede cuantificar el daño ya sea en área, longitud o por cantidad según su tipo [14].

1.b. Calcular la densidad de daños con una determinada severidad en la unidad de muestra dividiendo la CANTIDAD de cada tipo de daño en cada nivel de gravedad entre el ÁREA TOTAL de la unidad. El resultado se expresará como un porcentaje [14].

1.c. Para determinar el VALOR DEDUCIDO se emplearán las curvas llamadas "Valor Deducido" [14].

- **Etapa 2.** Calcular el Máximo Número permitido para los Valores Deducidos (m)

2.a. En el caso de que uno o ninguno de los “Valores Deducidos” sea mayor que 2, se empleará el “Valor Deducido Total” en lugar del “Valor Deducido Corregido” que se obtuvo en el paso 4. De lo contrario, continúe con los procedimientos siguientes 2.b. y 2.c [14].

2.b. Obtenidos estos valores deducidos se ordenarán de forma descendente [14].

2.c. El “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), se determina con la siguiente ecuación 3 [14]:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3}$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i .

HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

2.d. En los valores deducidos individuales la cantidad se disminuye a « m », incluida las fracciones. Se usarán todos lo que se tengan si se cuenta con pocos valores deducidos que m [14].

- **Etapa 3.** Máximo Valor Deducido Corregido (CDV máximo) calculado.

Para determinar el Máximo Valor Deducido Corregido (CDV máximo) se realiza a continuación un proceso reiterativo:

3.a. Determinar el valor deducido « q » > 2 [14].

3.b. Determinar Valor Deducido Total sumando cada valor deducido individualmente [14].

3.c. Establecer el Valor Deducido Corregido utilizando el parámetro «q» y el Valor Deducido Total a través de los diagramas de corrección específicos para el tipo de pavimento. [14].

3.d. De los valores deducidos individuales, el menor valor se reducirá a 2 y se procederá a reiterar desde la fase 3.a. a la fase 3.c. hasta obtener el valor igual a 1 [14].

3.e. El mayor valor CDV conseguido será el máximo valor CDV.

- **Etapa 4.** Se debe calcular el PCI en las unidades seleccionadas, restándole 100 al CDV máximo calculado en la 3era Etapa. A continuación, se observa en la ilustración el formato para el proceso iterativo y calcular el Valor Deducido Corregido máximo [14].

Ilustración 9. Formato específico para calcular del CDV

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

Fuente: Vásquez (2002)

- **Determinación del PCI para una sección específica del pavimento**

Una superficie pavimentada abarca múltiples unidades de muestreo. Si se cuentan las unidades muestreadas, el PCI resultante será el promedio calculado sobre dichas unidades.

Si se emplea el muestreo, debe aplicar un método alternativo. Cuando las unidades de muestreo para el estudio se seleccionan de manera aleatoria o basándose en una parte representativa, el PCI de la sección del pavimento sería los PCI promedio de las unidades muestreadas. Si

se incorporan adicionalmente unidades de muestreo, se deberá calcular la media ponderada utilizando la siguiente fórmula:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Donde:

PCI_S: PCI de la sección del pavimento.

PCI_R: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCI_A: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección.

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

❖ Tipos de fallo del pavimento flexible

El método contempla 19 tipos de fallas que son comunes en el deterioro gradual de los pavimentos asfálticos, se describen los tipos de defectos que deterioran la integridad del pavimento asfáltico:

i) **Piel de cocodrilo**

La piel de cocodrilo son agrietamientos que solo ocurren en zonas con estrés de tráfico repetido. Por lo tanto, si no hay carga de tráfico a lo largo de toda la longitud, no ocurrirá en todo el camino. Es considerada como un deterioro estructural significativo y supone normalmente deformaciones.

Magnitud del daño

- Low (Bajo): fisura delgadas y longitudinales, se van desarrollando en paralelo con pocas o ninguna interconexión.

No se desprenden las fisuras, es decir, el material en las de las fisuras no se destruye.

- Medium (Medio): Se desarrollan aún más en forma de patrones o redes de grietas que se pueden separar fácilmente.
- High (Alto): La grieta ha crecido a tal punto que las partes se encuentran claramente definidas y no tienen bordes. Con el paso del tráfico hay partes que pueden moverse.

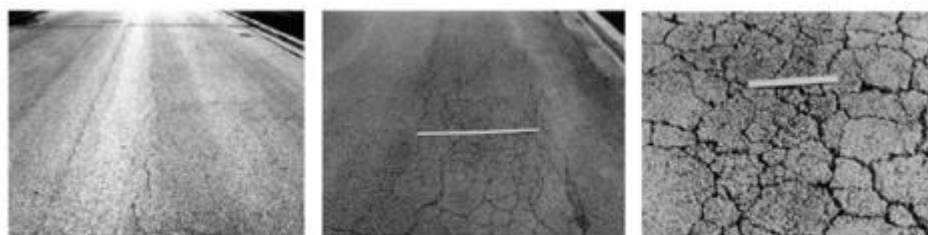
Medida

La medida usada es en metros cuadrados o pies cuadrados de la zona dañada. El desafío principal en este tipo de defecto es la presencia de 2-3 grados de severidad en la misma zona del defecto.

Opciones de reconstrucción

- L: Solo colocar el sello superficial o una sobre carpeta.
- M: Se realiza una reparación parcial o full depth. Se necesita una reconstrucción.
- H: Se puede realizar una reparación parcial o full depth. Sobre carpeta y Reconstrucción.

Ilustración 10. Piel de cocodrilo, se muestra de izquierda a derecha severidad Baja, Media y Alta



Fuente: ASTM D6433-07 (2007)

ii) Exudación

Es una película de material bituminoso que aparece sobre los pavimentos, creando una superficie con alto grado de brillo, vidriosa, reflectante de la luz y, a menudo, pegajosa debido al uso excesivo de selladores de alta calidad y baja porosidad o combinaciones de los mismos. Esto sucede cuando los espacios generados en la mezcla son llenados por el asfalto y se dispersa encima del pavimento cuando hace calor. La exudación en climas fríos se vuelve irreversible, haciendo que el asfalto y el alquitrán se acumulen sobre la superficie.

Magnitud del daño

- Low (bajo): Es mínima y al año solos sucede por unos pocos días. El material asfáltico no se adhiere a los vehículos ni a los zapatos.
- Medium (medio): El material asfáltico se adhiere tanto a los vehículos como al calzado, este fenómeno ocurre durante un periodo limitado de semanas al año.
- High (alto): Ya se ha generalizado y gran parte del material asfáltico se adhiere a los vehículos y zapatos por varias semanas al año durante el año.

Medición

La medida usada es en pies cuadrados o metros cuadrados de la zona dañada. Al medir la exudación, es fundamental omitir cualquier consideración relacionada con el pulido de los agregados.

Opciones de reconstrucción

- L: No es necesario realizar mantenimiento.
- M: Se realiza una aplicación de agregado o arena, seguido de un proceso de cilindrado.
- H: Se aplica arena o agregado, seguido de un proceso de cilindrado precalentando de ser necesario.

Ilustración 11. Exudación, de izquierda a derecha severidad
Baja, Media y Alta



Fuente: ASTM D6433-07 (2007)

iii) **Agrietamiento en bloque**

Son aberturas interconectadas entre sí que van fragmentando el pavimento progresivamente en secciones más o menos rectangulares. Las dimensiones de los bloques pueden variar de 0.30 m x 0.30 m a 3.0 m x 3.0 m. Este agrietamiento en bloque se origina por la retracción asfáltica y los constantes cambios de temperatura. Las grietas presentes en los bloques evidencian un notable endurecimiento del material asfáltico, independientemente a las tensiones o cargas aplicadas. Este fenómeno es común en la mayoría de las aceras, aunque también puede manifestarse en zonas sin tránsito vehicular, se diferencia de la piel de cocodrilo, su origen se atribuye a la exposición reiterada al tráfico. Las grietas en bloque se diferencian de las características de la piel de cocodrilo, siendo estas últimas más pequeñas, más variables y forman puntas afiladas.

Magnitud del daño

- Low (bajo): Estos bloques están delimitados por fisuras de poca severidad.
- Medium (medio): Estos bloques están delimitados por fisuras con una media severidad.
- High (alto): Estos bloques están bien definidos por fisuras con una severidad alta.

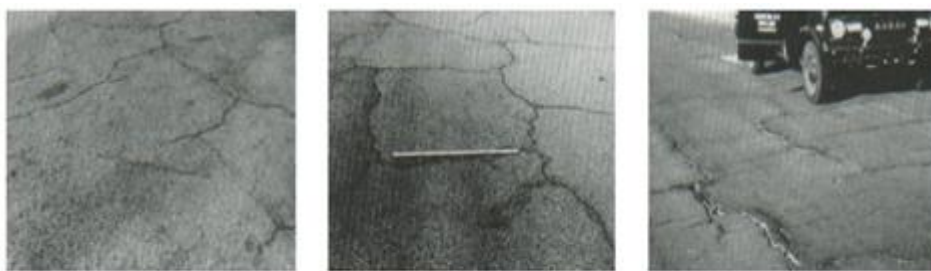
Medición

Su medida es en pies cuadrados o metros cuadrados en la zona dañada.

Opciones de reconstrucción

- L: Las grietas que puedan tener un ancho mayor a 3 mm se sellan. Se usa riego de sello.
- M: Las grietas son selladas ya sea con escarificado en caliente, reciclado superficial o se aplica una sobrecarpeta.
- H: Las grietas son selladas ya sea con escarificado en caliente, reciclado superficial o se aplica una sobrecarpeta.

Ilustración 12. Agrietamiento en bloque, de izquierda a derecha con niveles de daño Baja, Media y Alta



Fuente: ASTM D6433-07 (2007)

iv) Abultamientos y hundimientos

Un abultamiento es un desplazamiento pequeño que se localizan en la parte superior del pavimento. Se distingue de los desplazamientos porque este último es causado por la inestabilidad del pavimento. El hundimiento es el movimiento pequeño y fuerte del pavimento hacia abajo. Se producen deformaciones y desplazamientos en grandes porciones del pavimento, provocando extensas depresiones en el pavimento, conocidas como ondulaciones.

Magnitud del daño

- Low (bajo): Cuando los abultamientos o hundimientos generan un tránsito caracterizado por una baja intensidad de afectación.

- Medium (medio): Cuando los abultamientos o hundimientos generan un tránsito de severidad media.
- High (alto): Cuando los abultamientos o hundimientos generan un tránsito con severidad alta.

Medición

Su medición se realiza en metros lineales o pies lineales. Si empiezan a aparecer patrones perpendiculares a la circulación del tránsito y separados por menos de 3 m el deterioro se puede denominar corrugación. Cuando el abultamiento se combina con la grieta, también debe ser registrada.

Opciones de reconstrucción

- Low (bajo): No se realiza trabajo alguno.
- Medium (medio): Conlleva a realizar un reciclado en frío o una reparación parcial o profunda.
- High (alto): Puede realizar un reciclado en frío, una reparación parcial o profunda. También se podría colocar una sobrecarpeta.

v) Corrugación

Son varias crestas y depresiones estrechamente espaciados que se encuentran a distancias bastantes regulares, a menudo separados por menos de 3 m. Las crestas se forman perpendicularmente a la dirección del movimiento del tránsito. Estos tipos de daño a menudo son causados por el tráfico asociados con una carpeta asfáltica o un suelo inestable. Cuando estos abultamientos ocurren de manera consecutiva a una distancia inferior a 3 m entre sí, sea cual sea la causa se llama corrugación.

Magnitud del daño

- Low (bajo): Las corrugaciones hacen un tránsito de severidad baja.

- Medium (medio): Las corrugaciones hacen un tránsito de severidad media.
- H: Las corrugaciones hacen un tráfico de severidad alta.

Medición

Su medición se realiza en metros cuadrados o pies cuadrados.

Opciones de reconstrucción

- L: No es necesario realizar trabajos.
- M: Es necesario hacer una reconstrucción.
- H: Es necesario hacer una reconstrucción.

vi) Depresión

En la superficie del pavimento se pueden localizar zonas a un nivel más bajo que el pavimento circundante. En varios casos, se hacen evidentes las depresiones suaves después de una precipitación pluvial, al acumularse el agua para formar baño de pájaros, se pueden detectar hendiduras causadas por manchas de agua en superficies secas. Las depresiones se forman por asentamiento o construcción deficiente. Los hundimientos se diferencian de la depresión por ser cambios repentinos en los niveles.

Magnitud del daño.

La máxima profundidad que se presenta en una depresión:

- Low (bajo): la profundidad se encuentra entre 13 a 25 mm.
- Medium (medio): tienen una profundidad entre 25 a 51 mm.
- High (alto): tienen una profundidad mayor a 51 mm.

Medición

Su medición se da en pies cuadrados o metros cuadrados de la zona dañada.

Opciones de reconstrucción

- L: Ningún trabajo a realizar.
- M: Se hace una reparación superficial, parcial o profunda.
- H: Se hace una reparación superficial, parcial o profunda.

vii) Grietas de borde

Son grietas que se disponen en paralelo, localizadas a distancias comprendidas entre 0.30 y 0.60 m desde el margen exterior de la calzada. El deterioro de los pavimentos se ve exacerbado por las cargas de tráfico y puede ser igualmente atribuido al fenómeno de ablandamiento de la base del margen de la calzada producto de las condiciones climáticas. La zona que esta entre el borde del pavimento y la grieta se puede clasificar según como se va agrietando.

Magnitud del daño.

- Low (bajo): el agrietamiento producido es leve o moderado, sin que presente desprendimiento ni fragmentación.
- Medium (medio): el agrietamiento producido es medio, se observa fragmentación y presenta desprendimiento.
- High (alto): el agrietamiento producido tiene una notable fragmentación y presenta desprendimiento por el margen.

Medición

La medición se da en metros lineales o pies lineales.

Opciones de reconstrucción

- L: No es necesario realizar trabajos o si presenta grietas con un ancho mayor a 3mm se puede realizar un sellado.
- M: Las grietas deben ser selladas o realizar una reparación parcial o profunda.
- H: Se debe realizar una reparación parcial o profunda.

viii) Grieta de reflexión de junta

El deterioro ocurre en superficies asfálticas que son construidas sobre una base de losa de concreto. No oculta las fisuras originadas por reflexión en diferentes tipos de base como aquellas tratadas mediante procesos de estabilización con cal o cemento. Las grietas se generan esencialmente por las dilataciones térmicas que sufre la losa debido a las temperaturas o humedad que existe debajo del pavimento asfáltico. Sin embargo, las cargas de vehículos pueden dañar el asfalto que se encuentra cercano a la grieta. Cuando el pavimento se encuentra fraccionado se podría decir que la superficie está descascarada. Conocer el tamaño de la losa debajo de pavimento asfáltico ayuda a determinar estas fallas.

Magnitud del daño

- Low (bajo): Si presenta alguna de estas condiciones:
 1. La abertura sin rellenar tiene un ancho inferior a 10 mm.
 2. La abertura rellena independientemente de su ancho, siempre que el material de relleno se encuentre en un estado propicio.
- Medium (medio): Si presenta alguna de estas condiciones:
 1. La abertura sin material de relleno tiene un ancho que varía entre 10 mm y 76 mm.
 2. La abertura de relleno tiene un ancho variable de hasta 76 mm, en el contorno presenta aleatoriamente un agrietamiento ligero.
 3. La grieta rellena tiene cualquier ancho y en el contorno presenta aleatoriamente un agrietamiento ligero.
- High (alto): Si presenta alguna de estas condiciones:
 1. Cualquier fisura, ya sea sellada o no, que esté circundada por un patrón de agrietamiento aleatorio de severidad media o alta.
 2. Las aberturas sin relleno es mayor a 76 mm.
 3. La abertura de cualquier ancho con pocas pulgadas de asfalto al contorno muy dañadas.

Medición

Su medición se realiza en metros lineales o pies lineales. El grado de falla y la longitud se deben anotar por separado.

Opciones de reconstrucción

- L: Cuando los anchos mayores a 3 mm se aplica un sellado.
- M: Para grietas se puede realizar un sellado, caso contrario un parcheo de profundidad parcial.
- H: Se efectúa un parcheo de profundidad parcial o una reconstrucción total de la junta.

ix) Desnivel carril / berma

La diferencia entre el borde de la acera y la berma radica en que el deterioro observado es consecuencia del desgaste de la berma, hundimiento o instalación de sobrecarpetas en la calzada sin nivelar la berma.

Magnitud del daño.

- L: Esta diferencia de elevación se da entre los valores de 25 y 51 mm.
- M: El desnivel se da entre los valores 51 mm y 102 mm.
- H: La variación de desnivel es mayor a 102 mm.

Medición

Su medición se realiza en metros lineales o pies lineales.

Opciones de reconstrucción

- L, M, H: Requiere volver a nivelar para que el carril tenga el nivel adecuado.

x) **Grietas longitudinales y transversales (se diferencia de la reflexión en losas de concreto)**

Estas grietas longitudinales, alineadas paralelamente al eje del pavimento pueden ser provocadas por:

1. Construcción deficientes de la junta de carril en el pavimento.
2. El área asfáltica se contrae por las temperaturas bajas, pero también por el ciclo diario de las temperaturas.
3. Cuando la causa de la grieta de reflexión es el agrietamiento que ocurre debajo de la base de la estructura vial.

En las grietas que son transversales, estas se van extendiendo por el pavimento en ángulos casi rectos. Normalmente, estas aberturas no están relacionadas con las cargas.

Magnitud del daño

- Low (bajo): Si manifiesta alguna de las circunstancias:
 1. Grieta sin material de relleno con un ancho inferior 10 mm.
 2. Grieta rellena, con una condición óptima de material de relleno.
- Medium (medio): Si presenta alguna de las siguientes circunstancias:
 1. La grieta se encuentra sin relleno con un intervalo de ancho entre 10 mm y 76 mm.
 2. La grieta se encuentra sin relleno con un ancho que alcanza los 76 mm, con grietas pequeñas en el contorno de manera aleatoria.
 3. Grieta rellena, con grietas pequeñas en el contorno de manera aleatoria.
- High (alto): Si presenta alguna de las siguientes circunstancias:
 1. Grietas con o sin relleno, hay grietas pequeñas en el contorno de manera aleatoria con un grado de moderada a elevada.
 2. La grieta se encuentra sin relleno cuyo ancho es mayor a 76 mm.
 3. Grieta de cualquier magnitud, en la que varios centímetros del pavimento que la rodea han sido severamente dañados.

Medición

Las fallas de este tipo se deben medir en metros lineales o pies lineales. Si la abertura no tiene la misma severidad en toda su longitud entonces se registrará por separado cada segmento de la fisura con diferente severidad. Si hay ampollas o abolladuras en la grieta, deben repararse.

Opciones de reconstrucción

- L: No es necesario realizar trabajos.
- M: A las grietas se les realiza un sellado.
- H: A las grietas se les realiza un sellado o se hace una reparación de forma parcial.

xi) Parcheo y acometidas de servicios públicos

Un parche constituye una sección del pavimento que ha sido reemplazada por un material nuevo, permitiendo restaurar el pavimento actual. Es considerado como una falla independientemente de lo bien que funcione (por lo general no funciona tan bien como el mosaico original). Algunas asperezas a menudo se asocian con este tipo de daño.

Magnitud del daño.

- L: se observa buenas condiciones del parche o tiene un tránsito bajo o regular
- M: el parche se encuentra medianamente degradada o tiene un tráfico medio.
- H: Se requiere hacer un reemplazo.

Medición.

Se debe realizar la medición en metros cuadrados o pies cuadrados del área dañada. Si hay áreas de diferente severidad en el mismo parche éstas deben ser medidas y registradas por separado.

Opciones de reconstrucción

- L: No es necesario realizar trabajo alguno.
- M: Se deja como esta o se puede sustituir el parche.
- H: Requiere que el parche sea sustituido.

xii) Pulimento de los agregados

Se originan por las repetitivas cargas de tránsito, haciendo que al agregado se vuelva fácilmente perceptible al tacto, el agarre que tienen los neumáticos de los automóviles disminuirá significativamente. Es necesario tener en cuenta el desgaste por pulido del agregado cuando se observa, a través de la inspección, que la superficie del material ha sufrido una desintegración evidente y presenta una textura suave al tacto. Este tipo de deterioro se manifiesta generalmente mediante un valor reducido o notablemente inferior en la prueba de resistencia al corte en comparación con evaluaciones previas.

Magnitud del daño.

Aún no se ha podido determinar su grado de significancia. Pero se debe tener en cuenta que el grado de pulido ha de ser sustancial antes que pueda ser considerado un defecto en la evaluación sobre la condición del pavimento.

Medición.

Su medición es en metros cuadrados o pies cuadrados la zona dañada.

Opciones de reconstrucción según magnitud del daño.

Si es leve no es necesario realizar trabajos; Otras opciones que se pueden tomar son: realizar un tratamiento en la superficie; sobrecarpeta; fresado y sobrecarpeta.

xiii) Huecos

Son depresiones pequeñas que se presentan en la parte superficial de una carretera, generalmente pueden ser inferiores a 0.90 m de diámetro y con apariencia de tazón. Generalmente presentan unos bordes afilados o también bordes verticales que se encuentran más cercanos a la parte superior. El vacío que presentan se va incrementando con las acumulaciones de agua en su interior. Estos agujeros se van formando debido a que pequeñas piezas del pavimento son arrancadas por el tráfico. La degradación de la superficie ocurre debido a una mala composición de la carpeta asfáltica, el suelo o base presenta ciertos puntos débiles, o fallas como piel de cocodrilo en exceso con un deterioro muy alto. Este tipo de falla son a menudo daños estructurales y no deben confundirse con meteorización o desprendimiento.

Magnitud del daño

El grado de peligro para agujeros que no superan los 762 mm de diámetro, se sustenta en la profundidad y el diámetro como se especifica en la Tabla 4.

Si este tipo de falla al ser medido supera los 762 mm de diámetro, se procede a medir la zona en metros cuadrados (m²) o pies cuadrados (ft²) y se divide entre 5 pies² o su equivalente 0.47 m², esto nos permite encontrar la cantidad equivalente de huecos. Con un fondo de 25 mm o menos, los agujeros se consideran moderados. Se considera una severidad alta cuando los huecos tienen una profundidad superior a los 25 mm.

Tabla 4. Niveles de severidad para huecos

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez (2002)

Medición

Se realiza el conteo de aquellos huecos con un nivel de daño bajo, medio y alto, todos estos huecos se deben registrar por separado.

Opciones de reconstrucción

- L: No se toma ninguna acción o se puede hacer una reparación parcial o profundo.
- M: Se debe realizar una reparación parcial o agudo.
- H: Se debe hacer una reparación aguda.

xiv) Cruce de Vía Férrea

La desventaja de los pasos a nivel es la depresión o protuberancia entre los rieles o alrededor.

Magnitud del daño

- L: Cruce ferroviario con mala calidad de tráfico.
- M: La intersección con una línea ferroviaria origina una calidad de flujo vehicular de severidad intermedia.
- H: Cruce ferroviario origina una calidad de flujo vehicular con alta severidad.

Medición

Su medición se hace en metros cuadrados o pies cuadrados de la zona dañada. En caso el cruce no afecte el tránsito entonces no debe ser registrado. Si el abultamiento es causado por los rieles del tren, estos también deben registrarse

Opciones de reconstrucción

- L: Sin actividad alguna.
- M: Se puede realizar una reparación superficial o parcial. También se puede realizar una reconstrucción del cruce.
- H: Se tiene que hacer una reparación superficial o parcial, se puede realizar una restauración del cruce.

xv) Ahuellamiento

Es una depresión en la superficie de la huella de la rueda. Los lados de la huella pueden hincharse sobre el pavimento, pero en muchos casos esto solo ocurre después de la lluvia, cuando la huella está llena de agua. Estos ahuellamientos ocurren como resultado de la deformación permanente de cualquier capa o subcapa del pavimento, generalmente debido a la compresión o al movimiento lateral del material bajo la influencia de las cargas del tráfico. Un ahuellamiento significativo puede provocar daños importantes en la estructura del pavimento.

Magnitud del daño

Se hace una medida de la profundidad que tiene el ahuellamiento:

Low (bajo): el ahuellamiento presenta una profundidad entre los 6 mm y 13 mm.

Medium (medio): el ahuellamiento presenta una profundidad entre 13 mm a 25 mm.

High (alto): Presenta un ahuellamiento superior a 25 mm.

Medición

Su medición se realiza en metros cuadrados (m²) o pies cuadrados (ft²) del área dañada, y la gravedad del daño está dado por su profundidad del ahuellamiento.

Opciones de reconstrucción

- L: No se toma ninguna acción o se puede reparar por Fresado o sobrecarpeta.
- M: Se realizan reparaciones superficiales, parciales o profundas, también se pueden realizar trabajos de Fresado y sobrecarpeta.
- H: Se realizan reparaciones superficiales, parciales o profundas, también se pueden realizar trabajos de Fresado y sobrecarpeta.

xvi) Desplazamiento

Es un tipo de falla recurrente en una parte local del pavimento, es debido a las cargas producida por el tráfico. Cuando el flujo vehicular ejerce presión sobre la calzada genera una ondulación pequeña y empinada en la superficie. Este daño mayormente sucede en superficies donde las mezclas asfálticas líquidas son inestables. También se producen desplazamientos cuando los pavimentos asfálticos sirven de confinamientos de pavimentos rígidos, las longitudes de los pavimentos rígidos se incrementan provocando desplazamiento.

Magnitud del daño

- Low (bajo): El desplazamiento provoca un tránsito de severidad baja.
- Medium (medio): El desplazamiento provoca un tránsito de media severidad.
- High (alto): El desplazamiento provoca un tránsito de severidad alta.

Medición

En este tipo de falla su medición se efectúa en metros cuadrados (m²) o pies cuadrados (ft²) de la zona deteriorada. Cuando se produce desplazamientos en parches estos tienen que ser registrados como parches y no como un daño aparte.

Opciones de reconstrucción

- L: No se toma acción alguna o se puede hacer un fresado.
- M: Se hace un fresado, también se puede hacer un parcheo parcial o un parcheo profundo.
- H: Se hace un trabajo de fresado, trabajo de parcheo parcial o un parcheo profundo.

xvii) Grietas parabólicas (Slippage)

Este tipo de grietas tienen forma de medialuna. Se originan al desacelerar o maniobrar el volante, esto provoca que la adherencia entre el neumático y la superficie vial se reduzca o se altere, resultando en un deslizamiento o deformación de dicha superficie. Normalmente esta falla se puede presentar cuando la mezcla asfáltica es de escasa resistencia o su adherencia es insuficiente entre el pavimento y la capa subsecuente de la estructura. Este defecto no guarda relación con los mecanismos geotécnicos que generan inestabilidad en el pavimento

Nivel de daño

- Low (bajo): La fisura presenta un ancho promedio menor a 10 mm.
- Medium (medio): Si presenta alguna de las condiciones:
 - a. La fisura tiene un ancho promedio entre 10 y 38 mm.
 - b. La zona en el contorno de la grieta se encuentra dañada en pedazos pequeños.
- High (alto): Si presenta alguna de estas situaciones:
 - a. Si en promedio la grieta presenta un ancho superior a 38 mm.
 - b. Cuando en el área del contorno de la grieta presenta daños como pedazos que pueden ser removidos fácilmente.

Medición

La zona que se encuentra afectada por una fisura parabólica debe medirse en metros cuadrados (m²) o pies cuadrados (ft²), además se clasifica de acuerdo con el daño más severo que se pueda observar.

Opciones de reconstrucción

- L: Se mantiene tal como está o se puede realizar una reparación parcial.
- M: Se realiza una reparación parcial.
- H: Se realiza una reparación parcial.

xviii) Hinchamiento

Se distingue por una curvatura ascendente en el plano de la carretera, manifestada como una ondulación prolongada y gradual con una extensión de más de 3 m. La hinchazón puede ir seguida de fisuras en el pavimento. Este daño es propiciado por un suelo congelado o un suelo que probablemente se expanda.

Nivel de daño

- Low (bajo): Provoca una mala calidad de tránsito. Los baches pequeños no siempre son fáciles de ver, pero se pueden detectar al viajar a toda velocidad a lo largo de una sección del pavimento. Si hay hinchazón, habrá movimiento hacia arriba.
- Medium (medio): Produce un daño medio en la calidad del tránsito.
- High (alto): Produce un daño alto en la calidad del tránsito.

Medición

La medida se da en metros cuadrados o pies cuadrados de la zona dañada.

Opciones de reconstrucción

- L: Se mantiene tal como está o se puede realizar una reparación parcial.
- M: Se mantiene tal como está o se plantea una reconstrucción.
- H: Se debe realizar una restauración.

xix) Meteorización / desprendimiento de agregados

La degradación del pavimento resultado de la pérdida del aglomerante bituminoso y de la consecuente liberación de partículas agregadas no cohesionadas. El deterioro sugiere que el aglutinante bituminoso ha experimentado un endurecimiento notable o, en su defecto, que la composición de la mezcla empleada su calidad es deficiente. Los derrames pueden asimismo originarse por la operación de determinados tipos de vehículos, tales como los equipados con sistemas de tracción tipo oruga. El desprendimiento

también se conoce como ablandamiento superficial y pérdida de material agregado, atribuible a la infiltración de aceite.

Magnitud del daño

- Low (bajo): El agregado o aglutinante comienza a deteriorarse. En ciertas zonas, la superficie empieza a declinarse. Ante derrame de aceite las manchas son visibles, pero la superficie se mantiene dura y las monedas no pueden penetrar.
- Medium (medio): Se tiende a perder el aglutinante o el agregado. La superficie tiene una textura algo rugosa y hueca. Ante el derrame de aceite la superficie puede ser perforada con una moneda o se observa que la superficie se pone lisa.
- High (alto): Se ha perdido significativamente el agregado o aglutinante. La superficie tiene una textura rugosa. Las depresiones observadas presentan un diámetro inferior a 10 mm y una profundidad menor a 13 mm. Las depresiones más notables se podrían valorar como huecos. Si se llega a producir una fuga de aceite, las propiedades aglutinantes del ligante asfáltico se pierden y el agregado se vuelve quebradizo.

Medición

Su medición se realiza en metros cuadrados (m²) o pies cuadrados (ft²) del área deteriorada.

Opciones de reconstrucción

- L: No es necesario realizar trabajos de reparación, se aplica un sellado superficialmente o un tratamiento superficial.
- M: Se coloca un sello superficial, tratamiento superficial o se realiza una sobrecarpeta.
- H: Se aplica un tratamiento en la superficie o una sobrecarpeta.

Materiales y métodos

Procedimientos

Evaluación PCI

La presente evaluación nos permite conocer el estado del pavimento mediante una observación visual y con la ayuda de formatos para poder obtener una clasificación más precisa de la actual situación de la vía en estudio. Como referencia se utiliza la norma ASTM D6433 que nos da las pautas para realizar la evaluación.

- **Materiales y equipos**
 - Wincha
 - Lapiceros
 - Formatos para la evaluación visual
- **Procedimiento**
 - Se determinan las unidades para el muestreo conforme a lo indicado en la tabla:

Tabla 5. Determinación de las unidades de muestreo

Máximo :	315.00 m ²
Mínimo :	135.00 m ²
Tramo a estudiar :	0+000.00 0+618.12
Longitud de la vía :	618.12 m
Ancho de calzada :	9 m
Longitud de muestra :	35 m
Área de muestra :	315 m ²

Fuente: Elaborado por el autor

- Calculamos el número total de muestras, obteniendo los siguientes datos

$$N = \frac{\text{Longitud de la vía}}{\text{longitud de la muestra}}$$

$$N = 18$$

$$S = 10$$

$$e = 5\%$$

Donde:

N : Número total de muestras

S : desviación estándar; ASTM D6433, inciso (7.5.2) (para asfalto)

e : error aceptable; ASTM D6433, inciso (7.5.2)

- Se calculan las unidades que van a ser evaluadas con la siguiente formula:

$$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$$

- Se realiza un reconocimiento visual de la vía, en los formatos se anotan los tipos de fallas que se observan y la severidad del daño.
- Se calculan los valores deducidos, se toman los valores que son > 2 y se ordenan de forma descendente.
- Los valores deducidos se suman, estos valores deben ser corregidos con diagramas según el tipo de daño.
- Se le resta 100 a la sumatoria de los valores deducidos corregidos, esto nos da el valor PCI del pavimento, con aquel resultado podemos obtener su clasificación, como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 6. Clasificación del pavimento según PCI

CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		
PCI		CLASIFICACIÓN
100	85	Excelente
85	70	Muy Bueno
70	55	Bueno
55	40	Regular
40	25	Malo
25	10	Muy Malo
10	0	Fallado

Fuente: Vásquez, L (2002) [14]

Estudio de tráfico

Este estudio forma parte de las investigaciones llevadas a cabo en el área de investigación, identificando en las intersecciones con mayor tráfico vehicular dos puntos de control, la primera intersección se ubica en las calles Av. Arizola y Av. La Libertad, la segunda intersección se ubica en las calles Av. 7 de enero y Av. Garcilaso. El objetivo es obtener el IMDA (Índice Medio Diario Anual promedio), se estableció un punto de control en cada intersección mencionada porque es donde hay mayor tráfico vehicular. Este estudio revela la variación que existe diariamente y permite calcular el IMD (Índice Medio Diario) y estimar la carga equivalente por eje (ESAL) que va a resistir el pavimento de diseño.

❖ Metodología

Para realizar el conteo de vehículos se estableció dos puntos de intersección con mayor flujo vehicular, estas estaciones de control nos permiten recoger datos más detallados. El recojo de datos se realizó en campo, usando un formato para clasificar los vehículos que no indica el MTC por día de la semana en las intersecciones seleccionadas. Este estudio se realizó del 18 al 24 de abril.

❖ Resultado del registro vehicular










En el área de investigación se pudo identificar vehículos ligeros y también pesados, se han identificado las horas pico en los siguientes horarios: 7:00 a 9:00 am, 12:00 am a 2:00 pm y de 6:00 pm a 9:00 pm. Se muestra a continuación los datos tomados.

Tabla 7. Resumen diario del registro vehicular correspondiente al primer punto de control

DÍA	Moto taxi 	Moto lineal 	Automovil 	Station wagon 	Camionetas			Omnibus	Camión
					Pick up 	Panel 	Combi 	2E 	2E 
Lunes 18/04/2022	47	22	124	17	26	7	19	4	7
Martes 19/04/2022	38	29	103	15	22	5	16	3	6
Miércoles 20/04/2022	43	25	95	16	19	3	20	3	7
Jueves 21/04/2022	38	24	83	14	20	3	20	2	5
Viernes 22/04/2022	44	20	104	17	22	5	19	3	6
Sábado 23/04/2022	53	31	131	14	19	7	15	2	4
Domingo 24/04/2022	34	20	81	17	15	2	11	1	0

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 8. Resumen diario del registro vehicular correspondiente al segundo punto de control

DÍA	Moto taxi 	Moto lineal 	Automovil 	SUV 	Camionetas			Omnibus	Camión
					Pick up 	Panel 	Combi 	2E 	2E 
Lunes 18/04/2022	76	52	210	35	36	9	19	7	12
Martes 19/04/2022	61	47	172	34	31	7	16	5	11
Miércoles 20/04/2022	77	41	156	37	26	11	19	6	14
Jueves 21/04/2022	59	55	188	31	29	5	20	3	12
Viernes 22/04/2022	68	63	217	49	31	7	19	5	13
Sábado 23/04/2022	81	51	225	38	26	9	15	3	10
Domingo 24/04/2022	52	33	133	35	22	5	11	2	0

Fuente: Elaborado por el autor

❖ Conversión del tránsito existente






Los vehículos motorizados (motos lineales y mototaxis) se convierten a autos con el siguiente cuadro de equivalencias

Tabla 9. Equivalencia para conversión de vehículos motorizados a automóviles

Equivalencia para conversión a autos			
4	Moto lineal	=	1 Auto
3	Mototaxi	=	1 Auto





Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 10. Conversión del primer punto de control, vehículos motorizados existentes a autos

DÍA	Moto taxi	Moto lineal	Conversión a autos	Autos contabilizado	Total
					
Lunes 18/04/2022	76	52	38	210	248
Martes 19/04/2022	61	47	32	172	204
Miércoles 20/04/2022	77	41	36	156	192
Jueves 21/04/2022	59	55	34	188	222
Viernes 22/04/2022	68	63	39	217	256
Sábado 23/04/2022	81	51	40	225	265
Domingo 24/04/2022	52	33	25	133	158

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 11. Conversión del segundo punto de control, vehículos motorizados existentes a autos

DÍA	Moto taxi	Moto lineal	Conversión a autos	Autos contabilizado	Total
					
Lunes 18/04/2022	47	22	22	124	146
Martes 19/04/2022	38	29	20	103	123
Miércoles 20/04/2022	43	25	20	95	115
Jueves 21/04/2022	38	24	19	83	102
Viernes 22/04/2022	44	20	20	104	124
Sábado 23/04/2022	53	31	26	131	157
Domingo 24/04/2022	34	20	16	81	97

Fuente: Elaborado por el autor

❖ Cálculo del Índice Medio Diario

En este apartado se presentan los criterios que se han tenido en cuenta para obtener el Índice Medio Diario (IMD) tras haber calculado previamente los datos.

Tabla 12. Índice Medio Diario del primer punto de control

DÍA	IMD
Lunes	226
Martes	190
Miércoles	183
Jueves	166
Viernes	196
Sábado	218
Domingo	143

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 13. Índice Medio Diario del segundo punto de control

DÍA	IMD
Lunes	366
Martes	308
Miércoles	305
Jueves	322
Viernes	380
Sábado	366
Domingo	233

Fuente: Elaborado por el autor

❖ Obtención del Índice Medio Diario Semanal (IMDs)

Para calcular el IMDs se tomarán los IMD obtenidos del conteo diario realizado, se usará la siguiente formula:

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

V_i : Volumen vehicular de cada día de la semana

Tabla 14. Índice Medio Diario Semanal del segundo punto de control

Tipo de vehiculo	IMDs
Auto	221
SUV	37
Pick up	29
Panel	8
Combi	17
Micro	4
Camion C2	10

Fuente: Elaborado por el autor

❖ Factores de corrección estacional

Se sabe que la cantidad de tráfico varía mensualmente debido a diversos factores como las vacaciones, festividades, cosechas, entre otros. Por eso el MTC ha elaborado unas tablas de Factores de corrección estacional donde toma en cuenta todos estos factores. Estas tablas se encuentran clasificadas por meses, tipo de vehículos y el peaje. Para el presente trabajo se ha considerado como unidad de peaje más cercana a Mocce, obteniendo los siguientes factores de corrección estacional.

Obtención de Factor de corrección estacional para vehículos ligeros

Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
MOCCE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605

Obtención de Factor de corrección estacional para vehículos pesados

Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
MOCCE	0.9589	0.9880	1.0560	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9495	0.6739

Factor de corrección estacional		
Mes :	Abril	Peaje : Mocce
Veh. Livianos :	1.0650	
Veh. Pesados :	1.1377	

❖ Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Para obtener el IMDA, primero se debe calcular el IMDs y el valor del factor de corrección estacional. El cálculo se obtiene de la siguiente fórmula:








$$IMDA = IMDs \times F.C.E.$$

Donde:

IMDS : Índice Medio Diarios Semanal

F.C.E. : Factor de Corrección Estacional

Tabla 15. Índice Media Diario Anual (IMDA)

DÍA	Automovil	SUV	Camionetas			Omnibus	Camión	IMD
			Pick up	Panel	Combi	2E (B2)	2E	
Lunes 18/04/2022								
Lunes 18/04/2022	248	35	36	9	19	7	12	366
Martes 19/04/2022	204	34	31	7	16	5	11	308
Miércoles 20/04/2022	192	37	26	11	19	6	14	305
Jueves 21/04/2022	222	31	29	5	20	3	12	322
Viernes 22/04/2022	256	49	31	7	19	5	13	380
Sábado 23/04/2022	265	38	26	9	15	3	10	366
Domingo 24/04/2022	158	35	22	5	11	2	0	233
Tipo de vehículo	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Pesados	Veh. Pesados	
IMDs	221	37	29	8	17	4	10	
Factor de corrección	1.0650	1.0650	1.0650	1.0650	1.0650	1.1377	1.1377	Total
IMDA	235	39	31	9	18	5	11	348

Fuente: Elaborado por el autor

❖ Proyección del tránsito futuro

Es importante realizar el cálculo del tráfico para diseñar un pavimento, ya que este valor con el paso de los años puede ir en aumento, por ello necesitamos establecer la proyección a futuro y un periodo de diseño. Se puede calcular usando la fórmula de progresión geométrica siguiente:

$$T_n = T_o * (1 + r)^{(n-1)}$$

T_n = Tránsito proyectado a “n” años (vehículos / día)

T_o = Tránsito actual (vehículos/día)

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

b.8.1. Periodo de análisis

Para determinar el periodo de diseño se ha tomado en cuenta la condición de la vía, para nuestro estudio la vía es pavimentada con una baja intensidad de tránsito por eso se ha considerado un periodo de 20 años.

Tabla 16. Periodo de análisis en función del tipo de carretera

Condición de la carretera	Periodo de análisis (años)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 - 20

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

b.8.2. Tasa de crecimiento anual

La tasa de crecimiento anual en vehículos ligeros está relacionada con el crecimiento poblacional de la región en donde se desarrolla el estudio, para vehículos pesados la tasa de crecimiento está relacionada con el crecimiento del producto bruto interno (PBI) del país.

Tabla 17. Departamento de Lambayeque: Tasa de Crecimiento Anual Promedio y Población Censada, según provincia, 2007 y 2017 (Absoluto y porcentaje)

Provincia	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Total	1 112 868	100,0	1 197 260	100,0	84 392	7,6	0,7
Chiclayo	757 452	68,1	799 675	66,8	42 223	5,6	0,5
Ferreñafe	96 142	8,6	97 415	8,1	1 273	1,3	0,1
Lambayeque	259 274	23,3	300 170	25,1	40 896	15,8	1,5

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017

Tabla 18. PERÚ: Producto Bruto Interno anual, desglosado por departamentos. Valores a Precios corrientes (Participación del VAB en el PBI)

Departamentos	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019P/2020P/2021E/	
Lambayeque	2,2	2,2	2,4	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4	2,3

Fuente: INEI - Producto Bruto Interno Por Departamentos 2021

b.8.3. Tránsito proyectado

En la siguiente tabla se presentan los valores de la tasa de crecimiento de vehículos ligeros y vehículos pesados:

Tabla 19. Tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados

VEH. LIGEROS (crecimiento poblacional)	VEH. PESADOS (crecimiento del PBI)
0.5	2.4

Fuente: Elaborado por el autor

El cálculo del tránsito proyectado se basa en el tránsito actual, el periodo de diseño y en el análisis de las tasas de incremento correspondientes a las dos categorías de vehículos contempladas. Obtenido el IMDA actual podemos calcular el IMDA proyectado al año 2042. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados:

Tabla 20. Tránsito proyectado al año 2042

TIPO DE VEHICULO	IMDA	IMDA 2042
Auto	235	258
SUV	39	43
Pick up	31	34
Panel	9	10
Combi	18	20
Micro	5	8
Camion 2E	11	17
	348	390

Fuente: Elaborado por el autor

b.8.4. Clasificación según el vehículo

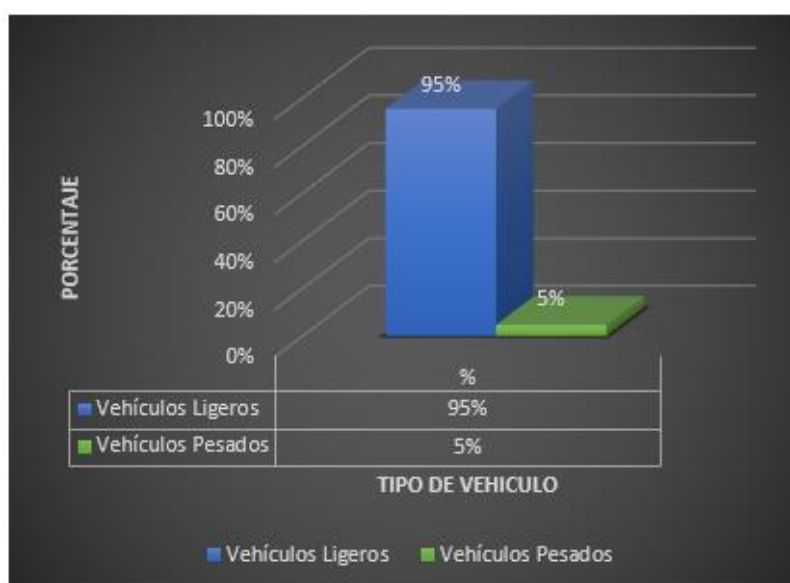
❖ Vehículos livianos

Tienen cuatro neumáticos y dos ejes, resiste menos peso por tanto su capacidad de carga es menor. Los vehículos ligeros encontrados en la zona de estudio son: mototaxis, motos lineales, automóviles y vehículos de marca liviana.

❖ Vehículos pesados

Son vehículos con seis neumáticos o más y dos ejes y soportan una mayor carga. Los vehículos pesados encontrados en la zona de estudio son: micros y camiones 2E

Ilustración 13. Porcentaje existente de vehículos ligeros y pesados



Fuente: Elaborado por el autor

❖ Factor de Distribución Direccional y de Carril

Constituye una relación que refleja la distribución de vehículos pesados en una dirección específica. Generalmente, el flujo vehicular tiende a dividirse de manera equitativa entre ambos sentidos, representando aproximadamente la mitad del tráfico total en cada dirección, pero hay casos, donde un sentido puede ser mayor al otro, vendrá determinada por el número de vehículos.

El Factor distribución carril se refiere al carril con la mayor concentración de Ejes Equivalente (EE), donde el tráfico en cada sentido se canaliza mayoritariamente a través de este carril.

En el siguiente cuadro se puede determinar el Fd y Fc

Tabla 21. Parámetros utilizados para la determinación del Factor de Distribución Direccional y de Carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Ministerios de Transportes y Comunicaciones (MTC)

❖ Acumulado del Factor de crecimiento para vehículos ligeros y pesados

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

n : año futuro de proyección

r : tasa anual de crecimiento de tránsito

Veh. Ligeros	
r :	0.5%
n :	20 años
Fca :	20.9791

Veh. Pesados	
r :	2.3%
n :	20 años
Fca :	25.2891

❖ El número de ejes equivalentes (ESAL)

Tabla 22. Ejes equivalentes ESAL del segundo punto de control

Tipo de vehiculo	IMDs	IMDa	Factor carril	Factor dirección	Número de días	Factor camión	Factor crecimiento	ESAL
Auto	221	235	1	0.5	365	0.0011	20.9791	949.8298997
SUV	37	39	1	0.5	365	0.0026	20.9791	388.2356217
Pick up	29	31	1	0.5	365	0.0053	20.9791	630.9815686
Panel	8	9	1	0.5	365	0.0053	20.9791	174.063881
Combi	17	18	1	0.5	365	0.0053	20.9791	369.8857471
Micro	4	5	1	0.5	365	2.5307	25.2891	53155.00892
Camión 2E	10	11	1	0.5	365	4.5037	25.2891	236484.5541
							Esal _{camión} =	292152.5598
							Esal _{tránsito} =	292153

Fuente: Elaborado por el autor

Estudio de mecánica de suelos

❖ Generalidades

Objetivo

El presente estudio tiene por objeto conocer las propiedades físicas y las características del suelo en donde se realiza la investigación.

❖ Normativa

La realización del presente estudio tiene como base las siguientes normas: AASHTO, ASTM y E.050 Suelos y Cimentaciones

❖ **Exploración y muestras de suelo obtenidas**

En el presente estudio de mecánica de suelos se procedió a la excavación de 4 calicatas en el área de estudio. Se hizo un reconocimiento de la zona para definir la ubicación de las 4 calicatas, las excavaciones se realizaron a una profundidad de 1.5m extrayendo 60 kg de muestra alterada en cada calicata. Las muestras obtenidas para poder ser identificadas se les coloca un código y luego son transportadas al laboratorio donde se llevarán a cabo los ensayos correspondientes, con el propósito de evaluar y analizar los datos obtenidos a partir de dichas pruebas.

❖ **Ensayos realizados**

Se llevaron las muestras al laboratorio con el propósito de llevar a cabo los ensayos correspondientes:

a) **Granulometría por tamizado**

Este ensayo se realiza con el objeto de conocer la dimensión que tienen las partículas que conforman la muestra obtenida y poder obtener de cada muestra el peso total en porcentajes. La normatividad usada como referencia es ASTM D422 y AASHTO T 88.

❖ **Herramientas y equipos empleados**

- Tamices de malla cuadrada
- Recipientes
- Brochas de limpieza
- Estufa
- Balanza

❖ **Procedimiento**

Primero toma una muestra representativa, se satura la muestra y se deja reposar, se procede a lavar y hay que secar en el horno por 24 horas eliminando toda la humedad quedando la muestra de suelo. Una vez retirada la muestra se procede a pesar. Luego se hace pasar por diferentes tamices para granulometría de suelos, estos van

dispuestos desde el tamiz de ¼” hasta el tamiz N° 200 y se zarandea por unos minutos. El material retenido en cada tamiz es posteriormente pesado. A partir del peso inicial de la muestra total, se procede a calcular el porcentaje correspondiente a la fracción acumulada en cada uno de los tamices utilizados.

b) Límites de consistencia LL y LP

b.1) Límite Líquido

El límite líquido se refiere al porcentaje de humedad en el cual un material cambia entre un comportamiento de consistencia plástica a un estado semilíquido. La norma usada como referencia es la ASTM D423.

❖ Herramientas y equipos empleados

- Copa de Casagrande
- Balanza
- Espátula
- Estufa
- Recipientes
- Acanalador
- Calibrador

❖ Muestras

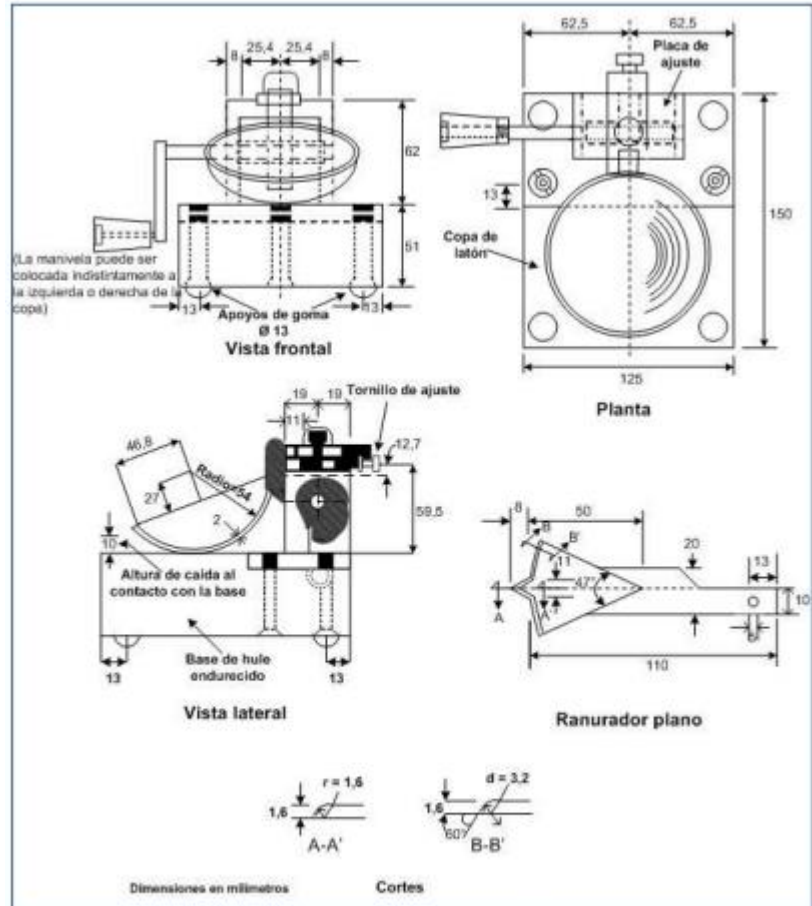
En este ensayo se toman aquellas partículas que atraviesan el tamiz N° 40, a la muestra se le debe agregar agua destilada con el fin de alcanzar una consistencia plástica. Posteriormente, dicha muestra se pone a saturar por 24 horas.

❖ Procedimiento

- A partir de la muestra de suelo previamente preparada, se deposita una porción en la copa de Casagrande, ejerciendo presión uniforme y distribuyéndola de manera homogénea hasta alcanzar una profundidad cercana a los 10 mm, con el objetivo de formar una superficie esencialmente horizontal. Se debe evitar que en la pasta queden atrapadas burbujas de aire, la

muestra que no es utilizada se debe evitar que pierda humedad por tanto hay que mantenerla tapada con un paño húmedo.

Ilustración 14. Aparato manual para límite líquido



Fuente: MTC, Manual de Ensayo de Materiales 2016 [10]

- La muestra colocada en el plato de cobre se divide con el acanalador a la mitad, formando un canal bien definido.
- Después de la preparación y el corte de la muestra, la copa se levanta y se suelta girando el mango, y luego se sopla adecuadamente con la esperanza de que la muestra vuelva a ser homogénea. De lo contrario, se puede agregar más agua a la muestra.

Ilustración 15. Antes y después de los golpes de la muestra de suelo acanalada



Fuente: MTC, Manual de Ensayo de Materiales 2016 [10]

- El registro se llevará a cabo contabilizando la cantidad de golpes necesarios para lograr sellar la ranura.
- El presente procedimiento se aplicó a tres muestras adicionales, incorporando la cantidad precisa de agua requerida para preservar la homogeneidad de las muestras, lo cual fue facilitado a través de la aplicación de vibraciones óptimamente calibradas.
- Se extrae una porción representativa equivalente al ancho de la espátula, la cual es posteriormente sometida a un proceso de pesaje y luego introducida en un horno con temperatura controlada y establecida, con el propósito de determinar el porcentaje de humedad presente en la muestra.

❖ Cálculo

Para el cálculo del límite líquido se emplea la fórmula:

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = k * W^n$$

Donde:

- N = Números de golpes para cerrar la ranura.
- W^n = Contenido de humedad del suelo
- K = Factor, dado en la siguiente tabla

Tabla 23. Factor k para límite líquido

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, MTC [10]

b.2) Límite Plástico de los suelos e Índice de Plasticidad

El límite Plástico (LP) corresponde al contenido de humedad mínimo necesario para que se formen grumos de suelo alrededor de 3,2 mm (1/8 de pulgada) de diámetro, rodando el suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa como el vidrio, sin aplastar esos barrotos [10].

Las normas usadas como referencia son: NTP 339.129: SUELOS, ASTM D424.

❖ Herramientas y equipos empleados

- Tamiz N° 40
- Balanza
- Horno
- Espátula
- Recipientes
- Agua destilada

❖ Muestras

A partir de una fracción de la muestra previamente utilizada en el ensayo de límite líquido, se procede a la preparación de la mezcla mediante la adición de agua destilada, se va amasando minuciosamente hasta obtener una forma esférica y se toma una muestra de 1.5gr a 2gr para el ensayo.

❖ Procedimiento

- Con los dedos de la mano se va moldeando la muestra y en una pieza de vidrio se rodando y presionando para que obtenga una forma cilíndrica con un diámetro aproximado de 1/8" (3.2 mm).
- Si no se desmorona se repite las veces necesarias hasta que empiece a desmoronarse cerca de dicho diámetro, esto nos indica que alcanzo el límite plástico.
- Las porciones obtenidas se colocan en una pequeña tara para determinar el peso, se colocan en un horno por 24 horas, una vez secos se pesan para obtener la humedad.
- Con la otra mitad se repite el mismo proceso.

❖ Cálculo del límite plástico

Para el cálculo del límite plástico se emplea la formula:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

❖ Cálculo del índice de plasticidad

El índice de plasticidad es la variación cuantitativa entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. = Límite Líquido

L.P. = Límite Plástico

I.P. = Índice de Plasticidad

L.L y L.P., viene a ser números enteros

c) Contenido de Humedad

La relación expresada en términos porcentuales, entre el contenido de agua y el peso total de la muestra de suelo. La norma usada como referencia es la ASTM D2216.

❖ Herramientas y equipos empleados

- Horno de secado
- Balanzas
- Recipientes

❖ Muestras

Se deben conservar las muestras se mantengan en conformidad con los requisitos establecidos por la norma ASTM D 4220-89 (Práctica Estándar para Preservar y Transportar Muestras de Suelos).

En el caso de muestras modificadas, el material puede ser tratado sin una disminución considerable en su contenido de humedad, se somete a un proceso de mezcla y se ajusta al tamaño necesario mediante procedimientos de subdivisión.

❖ Procedimiento

- En una balanza electrónica se pesan los recipientes a utilizar y se anotan.
- Los recipientes son llenados hasta la mitad con las muestras y se anotan los pesos de cada recipiente. Luego son colocados en el horno por 24 horas, el horno debe estar a una temperatura de 105°C.
- Los recipientes con las muestras al ser retirados del horno son puestos a enfriar, se pesan y se anotan los datos.

❖ Cálculo

Para determinar el porcentaje de humedad, se utiliza la fórmula siguiente:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

W = es el contenido de humedad (%)

M_{CWS} = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

M_{CS} = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

M_C = es el peso del contenedor, en gramos

M_W = es el peso del agua, en gramos

M_S = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

d) Proctor

Este estudio se enfoca en el análisis del proceso de compactación del suelo, con el propósito de determinar el contenido de humedad óptimo para alcanzar la máxima densidad de compactación, dado un nivel específico de energía aplicada en el proceso. La consolidación del suelo incrementa la densidad del sustrato, lo que conlleva tres beneficios significativos: menor relación de compresión, mayor resistencia al corte y permeabilidad reducida. En el laboratorio se realiza una compactación del suelo mediante la aplicación de una energía modificada de 2700 KN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³).

Las normas usadas como referencia son la ASTM D1557 y NTP 339.141.

❖ Métodos

Se presentan tres opciones. La metodología empleada debe ser detalladamente descrita en la especificación del material en evaluación. En caso de que no se precise el método, la selección del material se efectuará conforme a la gradación establecida.

Tabla 24. Enfoques alternativos para la elaboración del ensayo de Proctor modificado

DESCRIPCIÓN	MÉTODO A	MÉTODO B	MÉTODO C
Molde	101.6 mm (4 pulg)	101.6 mm (4 pulg)	152.4 mm (6 pulg)
Material	Se emplea el que pasa por el tamiz N° 4	Se emplea el que pasa por el tamiz 3/8"	Se emplea el que pasa por el tamiz 3/4"
Número de capas	5	5	5
Golpes por capa	25	25	56
Uso	20% o menos es retenido por el tamiz N° 4	Más del 20% del material es retenido por el tamiz N°4 y 20% o menos es retenido por el tamiz N° 3/8".	Más del 20% del material es retenido por el tamiz de 3/8" y menos de 30% es retenido por el tamiz de 3/4".

Fuente: Gonzales, K [18]

❖ Herramientas y equipos empleados

- Molde de 4 pulgadas
- Apisonador
- Tamices
- Cucharas
- Mortero
- Espátula
- Recipientes
- Balanza
- Horno de secado

❖ Muestras

La cantidad de material requerido para los procedimientos A y B asciende aproximadamente a 16 kg, mientras que el procedimiento C demanda cerca de 29 kg de suelo seco. En consecuencia, el peso húmedo de la muestra de campo deberá ser, como mínimo, de 23 kg o 5 kg, según las especificaciones correspondientes.

Se ha seleccionado el método A para el proctor modificado.

❖ Procedimiento

- El ensayo se realiza según el método A en el laboratorio, se emplea la muestra que ha pasado por el tamiz #4, se mezcla uniformemente con un porcentaje de agua.
- El collar se integra al molde, y la muestra de suelo se somete a un proceso de compactación estratificada en cinco (05) capas sucesivas. Cada una de estas capas recibe veinticinco (25) impactos. Con el apisonador los golpes dados se distribuyen uniformemente en la superficie comprimida.
- El pisón del proctor modificado cae desde una altura de 18 pulgadas. Antes de golpear, hay que asegurarse que el molde esté apoyado sobre una superficie que sea plana y además lo bastante resistente para aguantar los impactos que produce el pisón.
- Al concluir la compactación de las cinco capas sucesivas, se procede a desprender el collar del molde. Posteriormente, se nivela la superficie con el fin de cerrar los intersticios generados por la remoción del collar.
- El molde con la muestra es sometido a un proceso de pesaje inicial, tras lo cual se procede a retirar una fracción representativa con el propósito de determinar el contenido de humedad presente.

❖ Cálculos

Para la determinación de la densidad en estado húmedo y seco, se utilizan las formulas que se presentan a continuación:

$$\text{Densidad húmeda } (\rho_m) = 1000x \frac{M_t - M_{md}}{V}$$

Donde:

ρ_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m³)

M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m³)

$$\text{Densidad seca } (\rho_d) = \frac{\rho_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Donde:

ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³)

W = Contenido de agua (%)

e) **California Bearing Ratio (CBR)**

El índice de Capacidad de Soporte de California (CBR) constituye un indicador fundamental en la caracterización del comportamiento mecánico de los suelos como capa base, subbase y subrasante en el diseño estructural de pavimentos. Este ensayo, de naturaleza empírica, se efectúa bajo condiciones estrictamente reguladas de humedad y densidad, garantizando la reproducibilidad de los resultados. Las normativas de referencia que regulan su aplicación incluyen los estándares ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 132, los cuales establecen los procedimientos técnicos pertinentes para la ejecución de esta prueba.

❖ **Procedimiento**

- Obteniendo la densidad húmeda y seca mediante el ensayo Proctor modificado, se procede a cuantificar la masa del molde con el fin de calcular el peso unitario del suelo.
- Se enraza el molde, luego, se desmonta y se vuelve a ensamblar, pero esta vez con la muestra invertida. Finalmente, los moldes se sumergen en agua.
- La muestra se coloca en el equipo de compresión.
- Se anotan los valores obtenidos del deformímetro de carga, de la muestra se separa una porción de para obtener la cantidad de humedad.

❖ **Muestras alteradas**

Consisten en material disgregado o fragmentado para el cual no se han tomado precauciones especiales para preservar su estructura y propiedades de humedad. Sin embargo, en algunos casos es esencial determinar el contenido

inicial de humedad del suelo, y garantizar que las muestras sean empaquetadas y transportadas de manera adecuada. Estas prácticas son fundamentales para la correcta clasificación geológica y geotécnica de los suelos.

Los especímenes de suelo que han sido sometidas a modificaciones pueden ser extraídas a partir de excavaciones, cortes o terraplenes, o excavaciones profundas utilizando herramientas y equipos como barrenos o perforaciones a cielo abierto. Las muestras deben ser representativas de cada estrato atravesado hasta una profundidad correspondiente al nivel de recuperación más bajo, la profundidad del nivel freático, o el alcance requerido del análisis, establece que la masa mínima de la muestra debe ser de 40 kilogramos.

❖ Resultados de los ensayos realizados

Tabla 25. Resultados del Análisis Granulométrico

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO	
			PASA TAMIZ N° 40 (%)	PASA TAMIZ N° 200 (%)
C-01	M-1	0.10 m - 1.50 m	99.5	97.5
C-02	M-2	0.10 m - 1.50 m	96.5	83.3
C-03	M-3	0.10 m - 1.50 m	96.5	83.3
C-04	M-4	0.10 m - 1.50 m	97.9	80.8

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 26. Resultados obtenidos de la Clasificación de suelos según SUCS y AASHTO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN	
			SUCS	ASSHTO
C-01	M-1	0.10 m - 1.50 m	ML	A-4 (9)
C-02	M-2	0.10 m - 1.50 m	CL	A-6 (13)
C-03	M-3	0.10 m - 1.50 m	CL	A-6 (13)
C-04	M-4	0.10 m - 1.50 m	CL	A-6 (12)

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 27. Resultados del Contenido de humedad

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD
C-01	M-1	0.10 m - 1.50 m	28.14%
C-02	M-2	0.10 m - 1.50 m	28.14%
C-03	M-3	0.10 m - 1.50 m	24.15%
C-04	M-4	0.10 m - 1.50 m	21.36%

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 28. Resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA (g/cm ³)
C-01	M-1	0.10 m - 1.50 m	14.92%	1.756
C-02	M-2	0.10 m - 1.50 m	14.90%	1.729
C-03	M-3	0.10 m - 1.50 m	17.79%	1.694
C-04	M-4	0.10 m - 1.50 m	19.57%	1.743

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 29. Resultado obtenido del California Bearing Ratio (CBR)

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CBR (95%) 2.54 mm
C-01	M-1	0.10 m - 1.50 m	4.0%
C-02	M-2	0.10 m - 1.50 m	3.9%
C-03	M-3	0.10 m - 1.50 m	4.5%
C-04	M-4	0.10 m - 1.50 m	4.1%

Fuente: Elaborado por el autor

❖ Interpretación de los resultados

1) Calicata C-01

Se realizó mediante una excavación a cielo abierto, alcanzando una profundidad de 1.50 m, en dicho estrato se encontró limo de baja plasticidad, consistencia sólido y potencial de expansión bajo, En el marco del sistema de clasificación SUCS, el material fue categorizado como suelo de tipo ML, mientras que, conforme a los criterios establecidos por AASHTO, dicho material corresponde a la clasificación A-4 (9). El porcentaje de humedad presente en el material es del 28.14%. Además, el CBR al 95% de compactación es del 4.0%. En el proctor modificado tiene una densidad húmeda de 14.92% mientras que la densidad seca máxima alcanza un valor máximo de 1.756 g/cm³.

2) Calicata C-02

Se realizó mediante una excavación a cielo abierto, alcanzando una profundidad de 1.50 m, en dicho estrato se encontró arcilla de baja plasticidad, consistencia blanda y potencial de expansión medio, según SUCS se clasificó como suelo CL y según AASHTO es un suelo A-6 (13). El porcentaje de humedad presente en el material es del 28.14%. Además, el CBR al 95% de compactación es del 3.9%. En el proctor modificado tiene una densidad húmeda de 14.90%, mientras que la densidad seca máxima alcanza un valor máximo de 1.729 g/cm³.

3) Calicata C-03

Se realizó mediante una excavación a cielo abierto, alcanzando una profundidad de 1.50 m, en dicho estrato se encontró arcilla de baja plasticidad mezclada con partículas arenosas, consistencia blanda y potencial de expansión medio, según SUCS se clasificó como suelo CL y según AASHTO como suelo A-6 (13). Su contenido de humedad es de 24.15%. Tiene un CBR al 95% de 4.5%. En el proctor modificado tiene una densidad húmeda de 17.79%, mientras que la densidad seca máxima alcanza un valor máximo de 1.694 g/cm³.

4) Calicata C-04

Se realizó mediante una excavación a cielo abierto, alcanzando una profundidad de 1.50 m, en dicho estrato se encontró arcilla de baja plasticidad mezclada con partículas arenosas, consistencia deformable y potencial de expansión medio, según SUCS se clasificó como suelo CL y según AASHTO como suelo A-6 (12). Su contenido de humedad es de 21.36%. Tiene un CBR al 95% de 4.1%. En el proctor modificado tiene una densidad húmeda de 19.57%, mientras que la densidad seca máxima alcanza un valor máximo de 1.743 g/cm³.

Estudio topográfico

La finalidad del estudio topográfico es obtener la información y detalles del terreno y poder sentar la data necesaria que caracterice la morfología del área. La topografía en la zona de estudio presenta levemente pendientes con cotas promedio de 26.942 msnm, la infraestructura que se observa en la zona es mayormente de material noble, también presenta veredas de concreto y pavimento flexible en estado regular y muy malo, cuenta con alumbrado público, hacia la parte norte se encuentra la acequia Pulen.

El BM tiene una cota de 28.623 msnm y sus coordenadas son:

N: 9250132.783

E: 634986.612

❖ Herramienta y Equipos utilizados

- Estación total
- GPS Garmin
- Trípode
- Prisma
- Wincha de mano
- Cinta Métrica
- Estacas
- Marcadores

❖ Personal

- 01 topógrafo
- 01 ayudantes

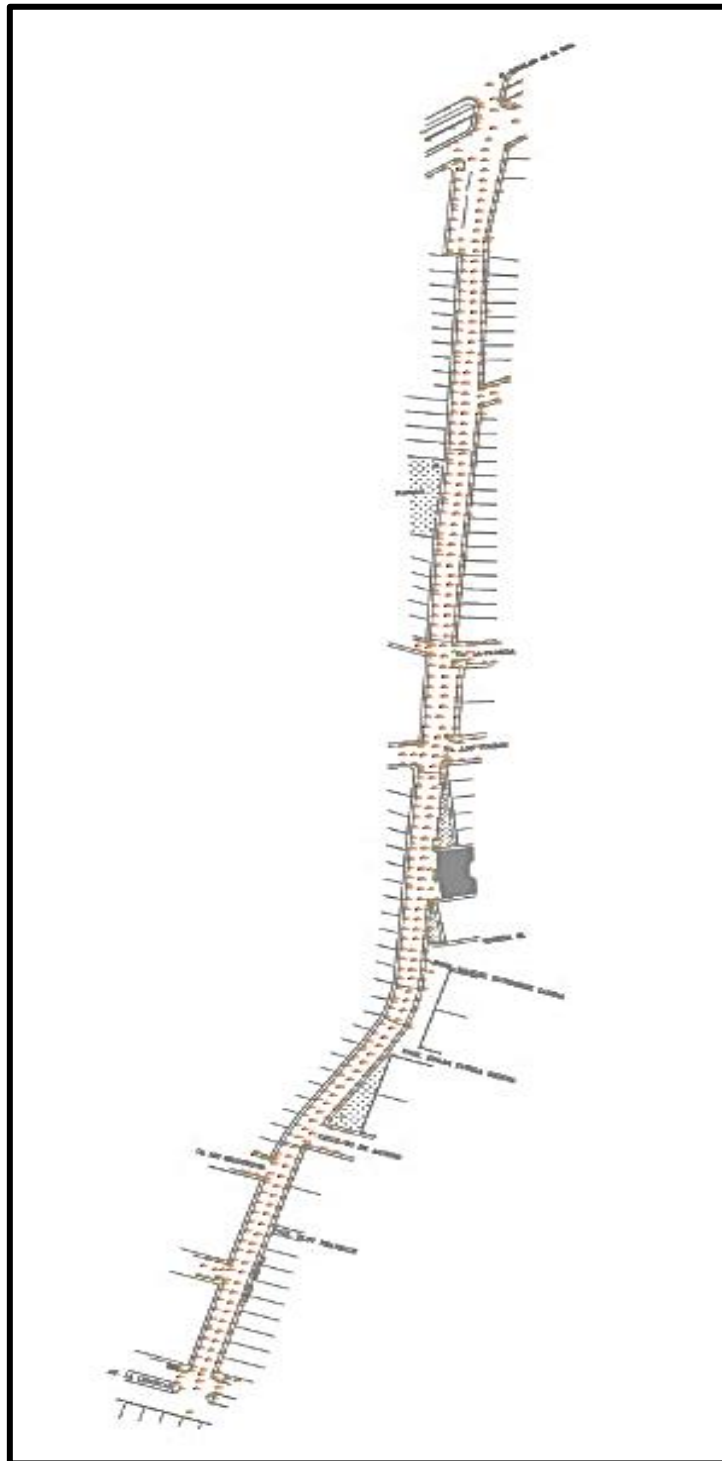
❖ Procedimiento del levantamiento topográfico

Con el reconocimiento de campo se hace un análisis del terreno y se plantea realizar el levantamiento con una estación total Topcon.

- ❖ Se establece la estación de inicio y la vista atrás, se toma la altura instrumental y la altura de la mira. Con el gps se tomarán las coordenadas de la estación de inicio y la vista atrás.

- ❖ Se procederá con el levantamiento topográfico, los puntos se tomarán cada cinco metros.
- ❖ Se culminó el levantamiento donde se tomaron 1450 puntos.

Ilustración 16. Plano en planta del tramo de vía seleccionado para el análisis.



Fuente: Elaborado por el autor

Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO 93

i) ESAL

Realizado el análisis del tráfico vehicular, se procedió a la estimación del ESAL (cargas equivalentes), obteniéndose un valor de 292,153. Con este dato, se procedió a la formulación del diseño correspondiente.

$$\text{Esal}_{\text{diseño}} = 292153$$

ii) Confiabilidad

La confiabilidad en el diseño puede definirse como la probabilidad de que una estructura muestre un desempeño igual o mejor al esperado dentro del periodo de tiempo estipulado en el diseño.

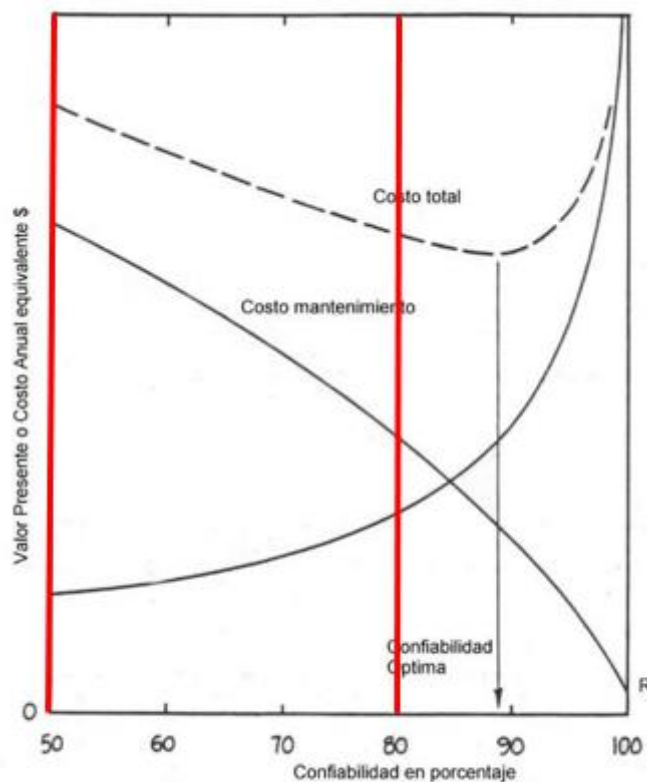
Tabla 30. Niveles de Confiabilidad (R) recomendado

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guías de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93

Para determinar cuál confiabilidad es la mejor, se llevó a cabo una proyección exhaustiva del costo integral del pavimento a lo largo de su ciclo de vida, tomando como referencia el periodo de diseño estipulado. En el siguiente gráfico se muestran aquellos niveles de confiabilidad que recomienda AASHTO

Ilustración 17. Gráfico de AASHTO, recomendado para determinar el nivel de confiabilidad



Fuente: Guías de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93

En nuestro proyecto el nivel de confiabilidad está entre 50 – 80 para vías locales y en una zona urbana, con esto se ha podido definir el nivel óptimo de confianza con un 80% el cual indica un costo total menor, esto también nos indica que solo el 20% de nuestra sección tendrá una serviciabilidad por debajo de lo previsto. Por tanto, si nuestra confiabilidad se ve aumentada también sucederá lo mismo con los espesores de capa.

iii) Desviación estándar normal

Es el valor que simboliza el grado de confianza establecido para un conjunto de datos que sigue una distribución normal [16].

Tabla 31. Confiabilidad, R , y valores de la desviación estándar, Z_R

CONFIABILIDAD R (%)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL ZR
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: Guías de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93 [19]

iv) Desviación estándar combinada (S_o)

Para el caso de los pavimentos flexibles, la variabilidad estadística, representada por la desviación estándar, se encuentra comprendida dentro de los siguientes valores: $0.4 > S_o > 0.5$. Sin embargo, AASHTO recomienda usar un valor igual a 0.45. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones también nos recomienda que se puede optar por el valor igual a 0.45 [16].

Por tanto, para el diseño nuestra desviación estándar combinada (S_o) será igual a 0.45

v) Pérdida de serviciabilidad

La serviciabilidad se refiere al grado de confort en el desplazamiento que la infraestructura vial ofrece a los usuarios, comprende valores entre 5 a 0, donde 5 es una condición idónea y 0 cuando es la condición es deterioro total. Se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

P_o = Serviciabilidad inicial

P_t = Serviciabilidad final

Serviciabilidad Inicial

Es la condición que alcanza el pavimento que ha sido recientemente construido o rehabilitada, dando al usuario un manejo seguro y confortable. AASHTO nos indica que este valor máximo alcanzado de serviciabilidad inicial es de 4.2, logrado en la AASHTO Road Test para pavimentos flexibles. La normativa CE.010 referente a Pavimentos Urbanos, establece que, se debe adoptar como valor recomendado para pavimentos flexibles un P_o de 4.2 cuando no se cuente con información para el diseño [17]

Serviciabilidad Final

Se define como el estado de la superficie de la calzada que no satisface los estándares de confort y seguridad exigidos por el usuario, de acuerdo con lo estipulado por la norma CE.010 para pavimentos urbanos. [17]

A continuación, se observa los valores correspondientes al índice de serviciabilidad final:

Tabla 32. Valores para el Índice Final de Serviciabilidad (p_t)

p_t	Tipo de vía
3.00	Expresas
2.50	Arterias
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos [17]

Se determina la pérdida en el nivel de serviciabilidad

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

vi) CBR

Los CBR obtenidos en laboratorio, se toma el menor valor, concluyendo que el CBR a usar es 3.9%.

vii) Módulo resiliente (Mr)

Representa un indicador de la elasticidad del suelo y su aplicación es esencial en el proceso para diseñar pavimentos.

$$M_r(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

$$M_r(psi) = 2555 \times (3.9)^{0.64}$$

$$M_r(psi) = 6104.811$$

viii) Drenaje

Este coeficiente se determina en función de dos variables: la exposición a la saturación y la calidad del drenaje. Esto implica que el pavimento estará sometido a diversos niveles de humedad a lo largo del año.

Tabla 33. Calidad del Drenaje

Calidad del Drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy Malo	El agua no evacua

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO 93 [19]

De acuerdo con la anterior tabla asumimos el drenaje será de calidad, mediano para las capas granulares. Es imperativo determinar la calidad del drenaje con el fin de establecer adecuadamente los coeficientes de drenaje, como se detalla a continuación.

Tabla 34. Valores sugeridos para el coeficiente de drenaje en capas bases y subbases no estabilizadas en pavimentos flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Mediano	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO 93 [19]

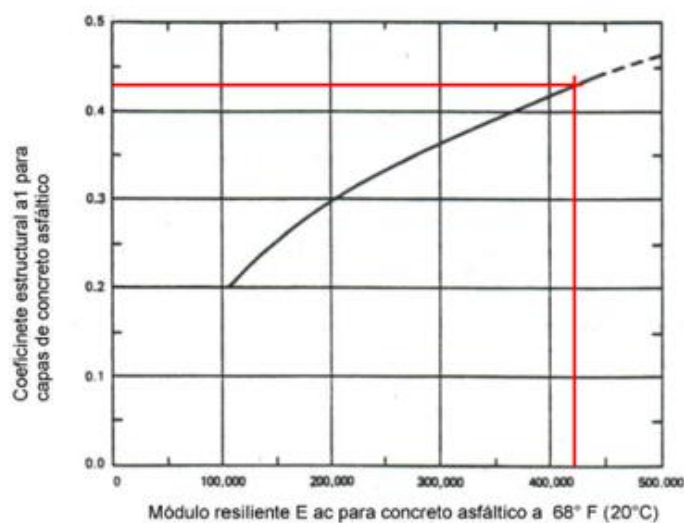
ix) Coeficientes estructurales

Estos coeficientes representan una evaluación relativa de la capacidad de cada capa como elemento estructural dentro del pavimento, aunque no constituyen una medida directa de la dureza del material. No obstante, existe una correlación entre dichos coeficientes y diversos parámetros asociados a la resistencia de este.

- Coeficiente de capa para el concreto Asfáltico (a_1)

Tiene un módulo de elasticidad de 420000 Psi, obteniendo el siguiente valor para $a_1 = 0.43$ como se observa en el siguiente gráfico de la guía AASHTO.

Ilustración 18. Gráfico para obtener el coeficiente estructural de la capa asfáltica en función del módulo resiliente

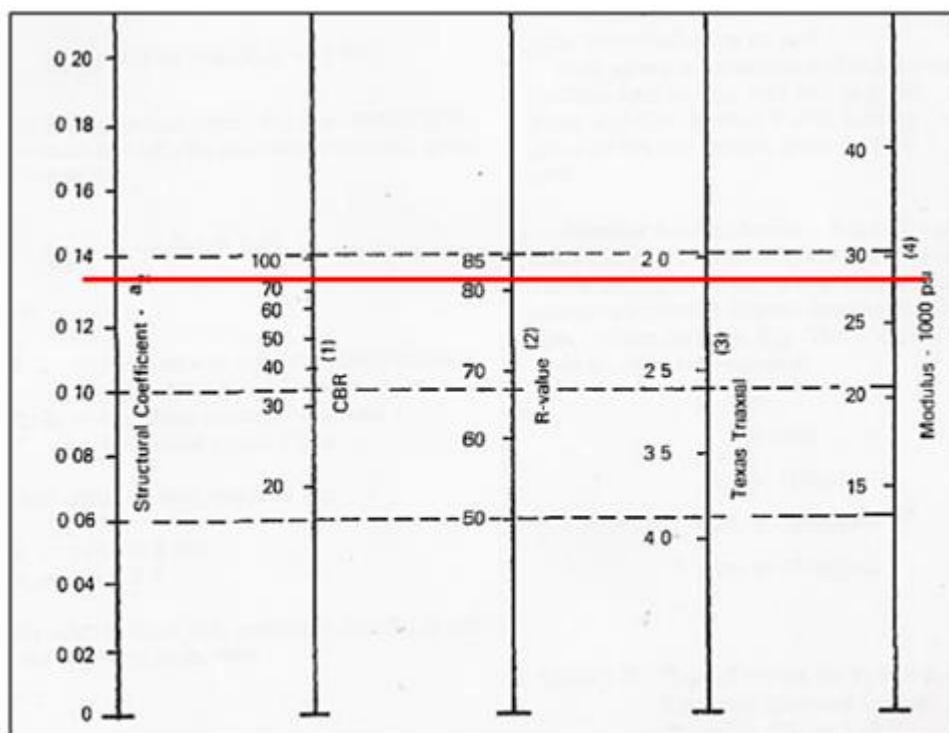


Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO 93 [19]

- **Coefficiente estructural de capa para una base granular**

Para el valor del CBR de la base se ha tomado el valor de 80%, su coeficiente y otros parámetros se obtendrán del siguiente ábaco de AASHTO.

Ilustración 19. Correlación entre el coeficiente estructural de la base granular (a_2) y diversos parámetros relacionados con la resistencia



Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO 93 [19]

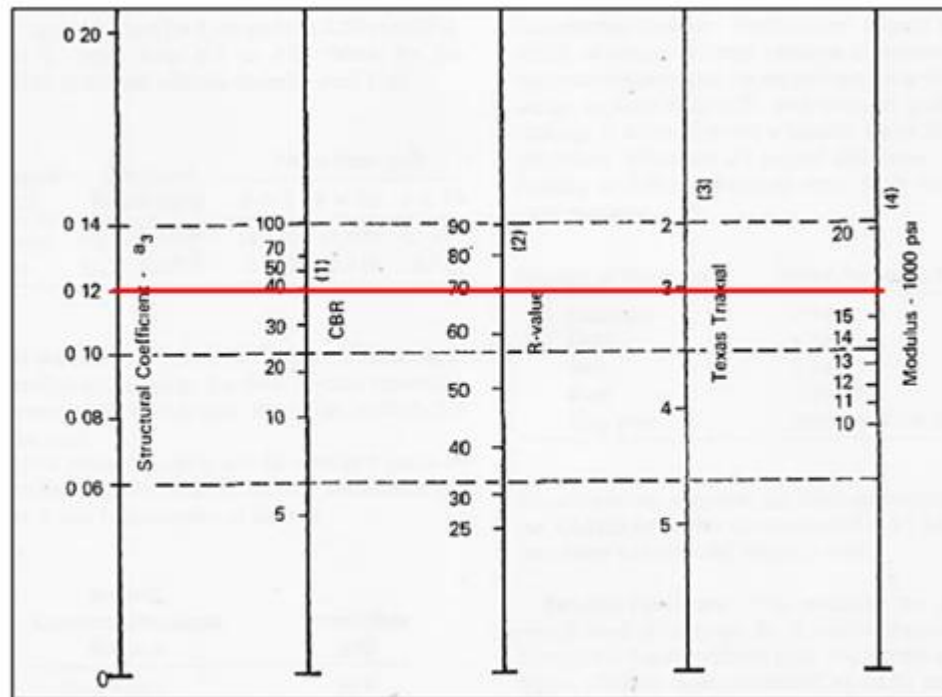
Se obtuvieron los valores:

$$\begin{aligned}
 \text{CBR} &= 80\% \\
 a_2 &= 0.133 \\
 m_2 &= 1.05 \\
 M_r &= 28000 \\
 R &= 82\%
 \end{aligned}$$

- **Coefficiente estructural de capa para una subbase granular**

Para el valor del CBR de la base se ha tomado el valor de 80%, mientras que el coeficiente estructural de la capa para una base granular y otros parámetros se obtendrán del siguiente ábaco de AASHTO.

Ilustración 20. Correlación entre el coeficiente estructural de la subbase granular (a_3) y diversos parámetros relacionados con la resistencia



Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO 93 [19]

Se obtuvieron los valores:

CBR =	40%
a2 =	0.12
m2 =	1.05
Mr =	16500
R =	70%

x) Obtención del Número Estructural

Para obtener el número estructural de cada capa se utilizó la aplicación AASHTO 93, para ello se debe ingresar los datos siguientes:

- Cálculo SN1

Para el cálculo SN1 se ingresan los datos de la siguiente tabla en el programa:

Tabla 35. Datos para ingresar en la aplicación Ecuación AASHTO 93

ESAL	292153
Confiabilidad (R)	0.8
Desviación estándar normal (Zr)	-0.841
Desviación estándar (So)	0.45
Serviciabilidad inicial (Pi)	4.2
Serviciabilidad final (Pt)	2
Mr Base	28000

Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 21. Cálculo realizado con la aplicación Ecuación AASHTO 93

Fuente: Programa «Ecuación AASHTO 93»

- Cálculo SN2

El SN2 se calcula ingresando los datos de la siguiente tabla en la aplicación:

Tabla 36. Datos para ingresar a la aplicación Ecuación AASHTO 93

ESAL	292153
Confiabilidad (R)	0.8
Desviación estándar normal (Zr)	-0.841
Desviación estándar (So)	0.45
Serviciabilidad inicial (Pi)	4.2
Serviciabilidad final (Pt)	2
Mr Base	16500

Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 22. Cálculo realizado a través de la aplicación Ecuación AASHTO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' application window. The interface includes several sections for data entry and calculation:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu set to '80 % Zr=-0.841' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '16500 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. All are currently empty.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. The 'W18' field contains the value '292153'.
- Número Estructural:** A text box for 'SN' with the calculated value '1.92', which is highlighted with a red box.

At the bottom, there are 'Calcular' and 'Salir' buttons.

Fuente: Programa «Ecuación AASHTO 93»

- Cálculo SNt

El SNt se calcula ingresando los datos de la siguiente tabla en la aplicación:

Tabla 37. Datos para ingresar en la aplicación Ecuación AASHTO 93

ESAL	292153
Confiabilidad (R)	0.8
Desviación estándar normal (Zr)	-0.841
Desviación estándar (So)	0.45
Serviciabilidad inicial (Pi)	4.2
Serviciabilidad final (Pt)	2
Mr Base	6104.811

Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 23. Cálculo realizado con la aplicación Ecuación AASHTO 93

Fuente: Programa «Ecuación AASHTO 93»

xi) Espesores de Capa

Para calcular los espesores de cada capa, se requieren los parámetros especificados en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 38. Datos para el diseño estructural

Tipo de capa	a	m	SN
C.A.	0.45	1.00	1.56
B. G.	0.13	1.05	1.92
S.B.G.	0.12	1.05	2.77




Fuente: Elaborado por el autor

xii) A partir del diseño estructural del pavimento flexible se obtuvieron los resultados alcanzados

- Resultado preliminar

Los primeros resultados obtenidos fueron los siguientes:

Ilustración 24. Diseño preliminar del pavimento flexible




Concreto asfáltico		3.47
Base		2.60
Subbase		8.00

Fuente: Elaborado por el autor

- Resultado Final

El MTC nos recomienda espesores mínimos para las capas granulares y superficial, según el Esal de diseño obtenido los espesores constructivos mínimo de las capas granulares serán de 150 mm.

Ilustración 25. Diseño definitivo de la configuración estructural del pavimento flexible

Concreto asfáltico		3 pulg
Base		6 pulg
Subbase		8 pulg

Fuente: Elaborado por el autor

Diseño de un pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida uniaxial GUX-30 usando el método AASHTO 93

Conforme a la información derivada del diseño preliminar:

Estructura de diseño					
Tipo de capa	Espesor		a	m	SN
	cm	in			
C.A.	7.50	3.00	0.45	1.00	1.56
B. G.	15.00	6.00	0.13	1.05	1.92
S.B.G.	20.00	8.00	0.12	1.05	2.93

- 1) Obtenemos el número estructural según la metodología AASHTO del diseño original

$$SN = 3.20$$

- 2) Se calcula la estructura reemplazando la base granular

$$D_{3r} = 38 \text{ cm}$$

$$D_{3r} = 15 \text{ in}$$

- 3) Para la capa subbase reforzada se calcula el nuevo espesor

Para el presente diseño se emplea una geomalla uniaxial Coextruida GUX-30 de la marca PAVCO, para la obtención del LCR se emplea un gráfico con el aporte de la implementación de geomallas evaluado a través del LCR vs CBR indicado en los anexos. Se obtiene los siguientes datos

$$LCR : 1.46$$

$$CBR : 3.90\%$$

Se mantiene el número estructural inicial con el propósito de incorporar la contribución de la geomalla dentro de la estructura del pavimento.

$$SN_r = SN$$

$$SN_r = 3.20$$

Con la incorporación del refuerzo de la geomalla se procede a calcular el espesor de la capa granular

$$D3r = 25 \text{ cm}$$

$$D3r = 10 \text{ in}$$

- 4) El número estructural reducido calculado es equivalente a la nueva capa de subbase con refuerzo

$$\text{SNGR} = 1.84$$

- 5) Se determinan los nuevos valores para los espesores de capa correspondiente a la base granular y subbase granular.

$$D2r = 15 \text{ cm}$$

$$D2r = 6 \text{ in}$$

$$D3r = 15 \text{ cm}$$

$$D3r = 6 \text{ in}$$

- 6) El aporte de la geomalla coextruida uniaxial se contrasta con el diseño inicial, como se detalla en la tabla subsiguiente.

Tabla 39. Espesores obtenidos con la geomalla uniaxial GUX-30

Estructura de diseño					
Tipo de capa	Espesor inicial		Espesores reforzados		Reducción
	cm	pulg	cm	pulg	cm
C.A.	7.50	3.00	7.50	3.00	0.00
B.G.	15.00	6.00	15.00	6.00	0.00
S.B.G.	20.00	8.00	15.00	6.00	5.00

Fuente: Elaborado por el autor

Diseño de un pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida biaxial P-BX 3030 usando el método AASHTO 93

Conforme a la información derivada del diseño preliminar:

Estructura de diseño					
Tipo de capa	Espesor		a	m	SN
	cm	in			
C.A.	7.50	3.00	0.45	1.00	1.56
B. G.	15.00	6.00	0.13	1.05	1.92
S.B.G.	20.00	8.00	0.12	1.05	2.93

- 1) El número estructural se calcula según la metodología AASHTO del diseño original

$$SN = 3.20$$

- 2) Se calcula la estructura reemplazando la base granular

$$D3r = 38 \text{ cm}$$

$$D3r = 15 \text{ in}$$

- 3) Para la capa subbase reforzada se calcula el nuevo espesor

Para el presente diseño se emplea una geomalla Biaxial Coextruida P-BX 3030 de la marca PAVCO, para la obtención del LCR se emplea un gráfico con el aporte de la implementación de geomallas evaluado a través del LCR vs CBR indicado en los anexos. Se obtiene los siguientes datos

$$LCR : 1.55$$

$$CBR : 3.90\%$$

Se mantiene el número estructural inicial con el propósito de incorporar la contribución de la geomalla dentro de la estructura del pavimento.

$$SNr = SN$$

$$SNr = 3.20$$

Con la incorporación del refuerzo de la geomalla se procede a calcular el espesor de la capa granular

$$D3r = 25 \text{ cm}$$

$$D3r = 10 \text{ in}$$

- 4) El número estructural reducido calculado es equivalente a la nueva capa de subbase con refuerzo

$$\text{SNGR} = 1.76$$

- 5) Se determinan los nuevos valores para los espesores de capa correspondiente a la base granular y subbase granular.

$$D2r = 15 \text{ cm}$$

$$D2r = 6 \text{ in}$$

$$D3r = 15 \text{ cm}$$

$$D3r = 6 \text{ in}$$

- 6) El aporte de la geomalla coextruida biaxial se contrasta con el diseño inicial, como se detalla en la tabla subsiguiente:

Tabla 40. Espesores obtenidos con la geomalla biaxial P-BX 3030

Estructura de diseño					
Tipo de capa	Espesor inicial		Espesores reforzados		Reducción
	cm	pulg	cm	pulg	cm
C.A.	7.50	3.00	7.50	3.00	0.00
B. G.	15.00	6.00	15.00	6.00	0.00
S.B.G.	20.00	8.00	15.00	6.00	5.00

Fuente: Elaborado por el autor

Diseño de un pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida triaxial TENSAR TX7 usando el método AASHTO 93

Conforme a la información derivada del diseño preliminar:

Estructura de diseño					
Tipo de capa	Espesor		a	m	SN
	cm	in			
C.A.	7.50	3.00	0.45	1.00	1.56
B. G.	15.00	6.00	0.13	1.05	1.92
S.B.G.	20.00	8.00	0.12	1.05	2.93

- 1) El número estructural se calcula según la metodología AASHTO del diseño original

$$SN = 3.20$$

- 2) Se calcula la estructura reemplazando la base granular

$$D_{3r} = 38 \text{ cm}$$

$$D_{3r} = 15 \text{ in}$$

- 3) Para la capa subbase reforzada se calcula el nuevo espesor

Para el presente diseño se emplea una geomalla Coextruida Triaxial Tensar TX7 de la marca TENSAR, para la obtención del LCR se emplea un gráfico con el aporte de la implementación de geomallas evaluado a través del LCR vs CBR indicado en los anexos. Se obtiene los siguientes datos

$$LCR : 1.44$$

$$CBR : 3.90\%$$

Se mantiene el número estructural inicial con el propósito de incorporar la contribución de la geomalla dentro de la estructura del pavimento.

$$SN_r = SN$$

$$SN_r = 3.20$$

Con la incorporación del refuerzo de la geomalla se procede a calcular el espesor de la capa granular

$$D3r = 25 \text{ cm}$$

$$D3r = 10 \text{ in}$$

- 4) El número estructural reducido calculado es equivalente a la nueva capa de subbase con refuerzo

$$SN_{GR} = 1.81$$

- 5) Se determinan los nuevos valores para los espesores de capa correspondiente a la base granular y subbase granular.

$$D2r = 15 \text{ cm}$$

$$D2r = 6 \text{ in}$$

$$D3r = 13 \text{ cm}$$

$$D3r = 5 \text{ in}$$

Con los datos de diseño original, se ingresan al programa TENSAR PLUS, donde nos da como resultado una reducción de hasta 4 pulgadas (10 cm). Por lo cual los espesores finales son los siguientes

$$D2r = 15 \text{ cm}$$

$$D2r = 6 \text{ in}$$

$$D3r = 10 \text{ cm}$$

$$D3r = 4 \text{ in}$$

- 6) El aporte de la geomalla coextruida triaxial se contrasta con el diseño inicial, como se detalla en la tabla subsiguiente:

Tabla 41. Espesores obtenidos con la geomalla biaxial TX7

Estructura de diseño					
Tipo de capa	Espesor inicial		Espesores reforzados		Reducción
	cm	pulg	cm	pulg	cm
C.A.	7.50	3.00	7.50	3.00	0.00
B.G.	15.00	6.00	15.00	6.00	0.00
S.B.G.	20.00	8.00	10.00	4.00	10.00

Fuente: Elaborado por el autor

Análisis económico

En el marco del estudio actual, se llevó a cabo una evaluación económica considerando específicamente la etapa de ejecución que nos permita determinar si al usar la geomalla como elemento de refuerzo del pavimento puede resultar económicamente conveniente. En el análisis de costo se ha tomado en cuenta las partidas más importantes que intervienen en la fase de ejecución, tomando en cuenta los insumos como el material granular, los materiales de refuerzo y el costo total, todo analizado para cada uno de los diseños. Se evaluarán las partidas para determinar el presupuesto más conveniente.

❖ Espesores de capa obtenidos

Los valores correspondientes a los espesores de las capas determinadas para cada diseño se presentan en la tabla subsecuente

Tabla 42. Espesores de capa para cada diseño

ESPESORES DE DISEÑO FINAL				
Tipo de capa	Diseño Estructural			
	Pavimento sin refuerzo	Pavimento reforzado con geomalla		
		Uniaxial	Biaxial	Triaxial
C.A.	3.00	3.00	3.00	3.00
B. G.	6.00	6.00	6.00	6.00
S.B.G.	8.00	6.00	6.00	4.00

Fuente: Elaborado por el autor

❖ Longitud y superficie de la vía

Mediante el levantamiento topográfico se pudo determinar el largo y el área de la vía a pavimentar, este cálculo se pudo obtener con el ancho de vía, los datos se presentan a continuación:

Tabla 43. Longitud, ancho y área de vía

Vía	Calle Arizola - 7 de enero Sur
Longitud de vía	618.12
Ancho de vía	9.00
Superficie de vía	5563.08

Fuente: Elaborado por el autor

❖ **Metrado**

Ver anexos

❖ **Aspecto Económico**

Para el análisis de costos unitarios se ha tomado las actividades más representativas de cada diseño para ser analizadas. Las partidas consideradas a ser analizadas son de la fase de ejecución dejando de lado partidas como cartel de obra, almacén, trazo nivel y replanteo, etc., que ofrecen poca variación en el análisis económico. Las partidas de la fase de ejecución analizadas son las siguientes:

Tabla 44. Partidas consideradas para el presupuesto del diseño de un pavimento flexible convencional

ITEM	DESCRIPCION
01	PAVIMENTO FLEXIBLE
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
01.02	SUB BASE Y BASE
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.20 m.
01.02.05	BASE GRANULAR E = 0.15m
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 45. Partidas consideradas en el diseño de un pavimento flexible reforzado con geomalla coextruida uniaxial

ITEM	DESCRIPCION
01	PAVIMENTO FLEXIBLE
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
01.02	SUB BASE Y BASE
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.15 m.
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDA UNIAXIAL GUX-30
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 46. Partidas consideradas en el diseño de un pavimento flexible reforzado con geomalla coextruida biaxial

ITEM	DESCRIPCION
01	PAVIMENTO FLEXIBLE
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
01.02	SUB BASE Y BASE
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.15 m.
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDAS BIAXIAL P-BX 3030
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 7.5 cm.

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 47. Partidas consideradas en el diseño de un pavimento flexible reforzado con geomalla coextruida triaxial

ITEM	DESCRIPCION
01	PAVIMENTO FLEXIBLE
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
01.02	SUB BASE Y BASE
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.10 m.
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDA TRIAXIAL TENSAR TX7
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.

Fuente: Elaborado por el autor

❖ Presupuesto

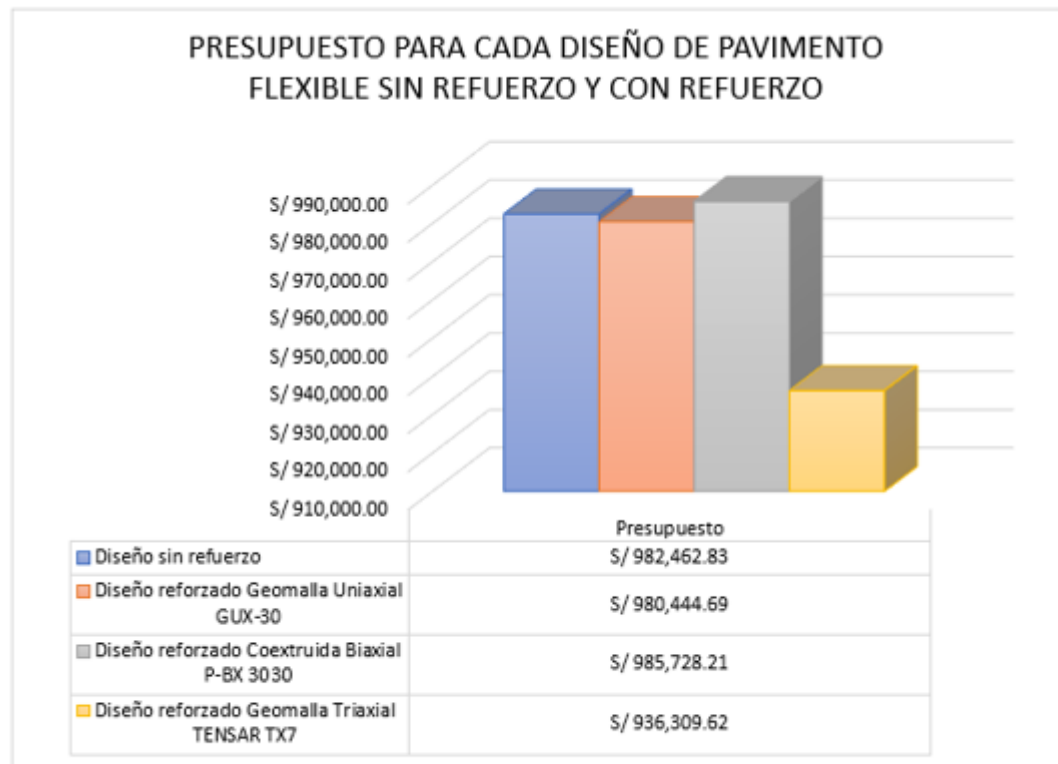
Con los metrados calculados y análisis de costo respectivo de las partidas a utilizar se puede hallar el presupuesto de cada diseño en la fase de construcción. Los presupuestos obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 48. Presupuesto final de cada diseño de pavimento flexible reforzado y no reforzado

	Diseño sin refuerzo	Diseño reforzado		
		Geomalla Uniaxial GUX-30	Coextruida Biaxial P-BX 3030	Geomalla Triaxial TENSAR TX7
Presupuesto	S/ 982,462.83	S/ 980,444.69	S/ 985,728.21	S/ 936,309.62

Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 26. Presupuesto para cada diseño de pavimento flexible



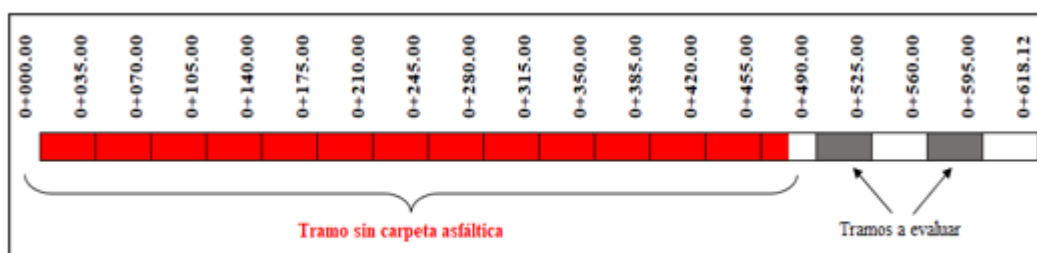
Fuente: Elaborado por el autor

Resultados y discusión

Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

De acuerdo con esta evaluación, de 9 muestras a ser evaluadas, del tramo 1 al 7 clasificaron como falladas ya que en campo se encontró que la vía en estudio no contaba con carpeta asfáltica y la base granular totalmente dañada, tal como se observa a continuación:

Ilustración 27. Tramos sin carpeta asfáltica y tramos a evaluar



Fuente: Elaborado por el autor

En la r a los 50 cm, además de otras fallas como huecos con severidad media, algunas grietas longitudinales y piel de cocodrilo con un daño alto lo que resulto que el pavimento clasificara como fallado. En la muestra 9 se encontraron grietas de borde y grietas longitudinales con un daño medio, también se encontraron fallas como huecos con un daño medio y bajo, resultando que el pavimento se clasificara como regular. Esta variación en las muestras analizadas es debido a que la muestra 8 se encuentra cerca a la vía fallada.

Estudio de tráfico

En el marco del presente estudio se evaluó el punto de control donde existe mayor afluencia vehicular, esta estación se posicionó en la intersección de la Av. Garcilaso y Av. 7 de enero sur (continuación de la av. Arizola). Se debe tener en cuenta que debido a lo sucedido con la pandemia y con la construcción del colegio Inmaculada Concepción el tráfico ha sufrido un impacto debido a la poca afluencia de todo tipo movilidades escolares y de transporte público. Durante el estudio se contaron

vehículos como motos lineales, mototaxis que mediante una tabla de conversión se pasaron a equivalente en automóviles.

En el estudio de tráfico realizado se tomaron en consideración factores como el crecimiento poblacional tomado del último censo nacional del año 2017 en donde la ciudad de Chiclayo tenía un crecimiento del 0.5% y el crecimiento del PBI de la región Lambayeque con un valor del 2.3% para el año 2021. El IMDA resulto 348 vehículos y al realizar la proyección a 20 años nos dio un valor de 390 vehículos. El presente estudio nos indicó que el 95% del tránsito vehicular en la vía está constituido por vehículos ligeros, mientras que los vehículos pesados representan únicamente el 5% del total. Además, los datos recopilados correspondientes al número de ejes equivalentes en los puntos de control arrojaron valores de 292,153 y 158,140, respectivamente, según el ESAL de diseño.

Estudio de mecánica de suelos

En la investigación se ejecutaron 4 calicatas con el propósito de obtener muestras representativas del suelo, se llevaron las muestras al laboratorio para sus respectivas pruebas. Estos estudios son: granulometría, humedad, Clasificación de suelos, evaluación de los límites de Atterberg, ensayo de Proctor modificado y ensayo CBR. Los resultados obtenidos de estos estudios son los siguientes:

Tabla 49. Resultados recolectados de laboratorio para las muestras

CALICATA	MUESTRA	CBR (95%) 2.54 mm	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN	
			PASA TAMIZ Nº 40	PASA TAMIZ Nº 200		LL	LP	IP	SUCS	ASSHTO
C-01	M-1	4.0%	99.5	97.5	28.14%	36	27	9	ML	A-4 (9)
C-02	M1	3.9%	96.5	83.3	28.14%	38	15	23	CL	A-6 (13)
C-03	M1	4.5%	96.5	83.3	24.15%	33	16	17	CL	A-6 (13)
C-04	M1	4.1%	97.9	80.8	21.36%	35	15	19	CL	A-6 (12)

Fuente: Elaborado por el autor

Estudio topográfico




En la zona del proyecto se constató la ausencia de pendientes abruptas o de gran inclinación, el levantamiento topográfico fue realizado con una estación total de la marca Topcon serie ES, tiene una precisión de 3 mm y un rango de alcance de 4000 metros con prisma y 500 metros sin prisma. Durante el trabajo de campo se trazaron secciones transversales cada cinco metros para obtener un detalle del terreno más preciso, obteniendo un total de 1450 puntos obtenidos con la estación total. Se obtuvo el plano con vista en planta y sus respectivas curvas de nivel, el ancho de vía será de 9.00 m. y el tramo de vía seleccionada para el estudio tiene una longitud de 618.12 m con una superficie total a pavimentar de 5563.08 m². La cota máxima que presenta el terreno es 29.786 msnm y su cota mínima de 23.545 msnm.

Diseño estructural

Utilizando el método AASHTO se llevó a cabo al diseño de un pavimento asfáltico convencional, incorporando tres enfoques de diseño para pavimentos asfálticos reforzados mediante distintos tipos de geomallas: uniaxial, biaxial y triaxial. Los modelos reforzados se desarrollaron aplicando el método AASHTO modificado para refuerzos, lo que permitió determinar los espesores correspondientes de capa en cada una de las configuraciones de diseño.

❖ Diseño de pavimento flexible sin refuerzo

Los espesores obtenidos se indican a continuación:

Concreto asfáltico		3 pulg
Base		6 pulg
Subbase		8 pulg




Estructura de diseño					
Tipo de capa	Espesor		a	m	SN
	cm	in			
C.A.	7.50	3.00	0.45	1.00	1.56
B. G.	15.00	6.00	0.13	1.05	1.92
S.B.G.	20.00	8.00	0.12	1.05	2.93

Con el programa Ecuación AASHTO 93 nos da un número estructural de 2.77, pero con la corrección del espesor de la subbase a 8 pulgadas se obtiene un SN final de 2.93.

❖ **Diseño de un pavimento flexible reforzado con una geomalla Coextruida uniaxial GUX 30**

Los espesores obtenidos se indican a continuación:




Estructura de diseño reforzada		
Tipo de capa	Espesores reforzados	
	cm	pulg
C.A.	7.50	3.00
B. G.	15.00	6.00
S.B.G.	15.00	6.00

Concreto asfáltico		3 pulg.
Base		6 pulg.
Subbase		6 pulg.

❖ **Diseño de un pavimento flexible reforzado con una geomalla Coextruida biaxial P-BX 3030**

Los espesores obtenidos se indican a continuación:




Estructura de diseño reforzada		
Tipo de capa	Espesores reforzados	
	cm	pulg
C.A.	7.50	3.00
B. G.	15.00	6.00
S.B.G.	15.00	6.00

Concreto asfáltico		3 pulg.
Base		6 pulg.
Subbase		6 pulg.

❖ **Diseño de un pavimento flexible reforzado con una geomalla Coextruida triaxial TX7**

Los espesores obtenidos se indican a continuación:

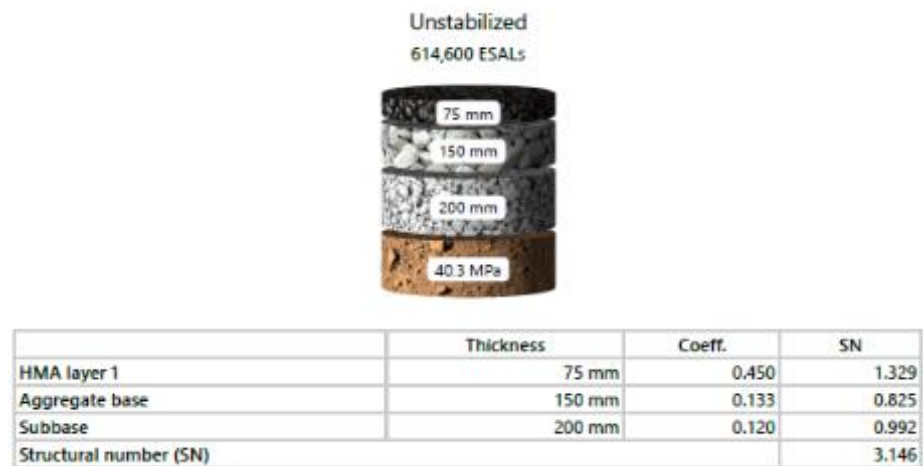
Estructura de diseño reforzada		
Tipo de capa	Espesores reforzados	
	cm	pulg
C.A.	7.50	3.00
B. G.	15.00	6.00
S.B.G.	10.00	4.00

Concreto asfáltico		3 pulg.
Base		6 pulg.
Subbase		4 pulg.

Para el diseño reforzado con una geomalla coextruida triaxial, el resultado obtenido del espesor de la capa subbase tiene un espesor de

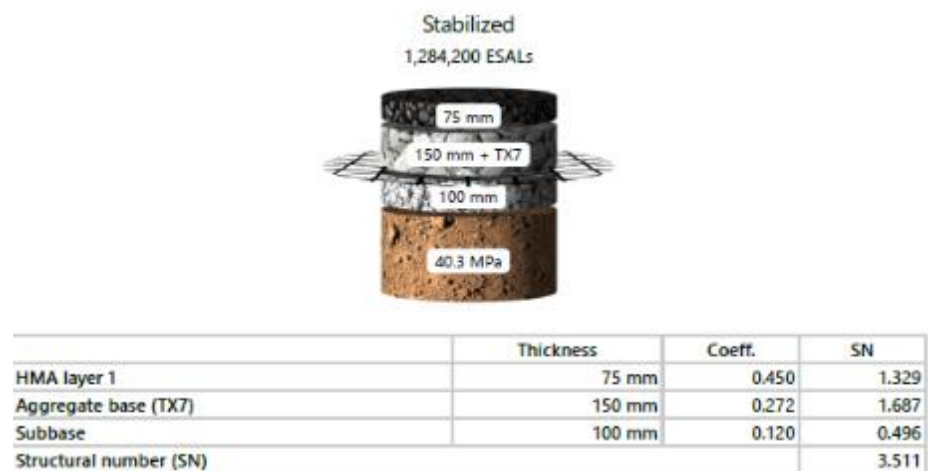
15 cm (6 pulgadas) obtenido mediante el método AASHTO reforzado, pero este valor se puede reducir hasta 4 pulgadas según el software de diseño del fabricante TENSAR PLUS. Como podemos observar en la imagen siguiente:

Ilustración 28. Diseño de pavimento flexible sin refuerzo



Fuente: Software Tensar Plus [20]

Ilustración 29. Diseño de un pavimento flexible reforzado con geomalla coextruida triaxial Tensar TX7



Fuente: Software Tensar Plus [20]

Comparación de los diseños estructurales

Se compara los espesores de cada capa obtenidos en los diseños como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 50. Comparación en los espesores de capa para cada diseño

COMPARACIÓN DE DISEÑOS				
Tipo de capa	Diseño Estructural			
	Pavimento sin refuerzo	Pavimento reforzado con geomalla		
		Uniaxial	Biaxial	Triaxial
C.A.	3.00	3.00	3.00	3.00
B. G.	6.00	6.00	6.00	6.00
S.B.G.	8.00	6.00	6.00	4.00

Fuente: Elaborado por el autor

Como se observa en los diseños con geomallas Coextruidas uniaxiales y biaxiales se obtiene una disminución de espesor en la subbase granular de 2 pulgadas en contraste con el diseño que emplea geomalla coextruida triaxial donde se puede reducir la subbase granular hasta 4 pulgadas, esto se pudo verificar con el software de la empresa TENSAR.

Análisis económico

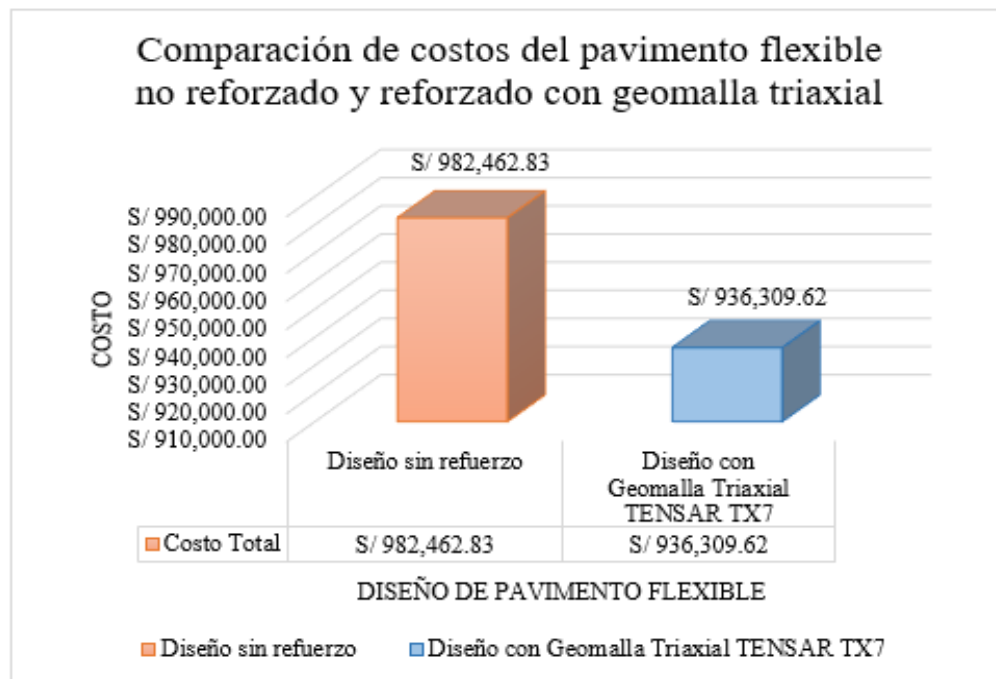
Se determino la influencia que tiene una geomalla en la optimización del costo de elaboración de un pavimento asfáltico, con el objetivo de evaluar la factibilidad de su implementación realizando un análisis de costos con aquellas partidas que intervienen en la fase de ejecución. Los resultados obtenidos nos indican que el diseño que ofrece una reducción en el costo es el diseño con una geomalla triaxial TX7 de la marca Tensar comparado con el diseño convencional, el cual nos da un ahorro del 5% que es un equivalente a S/. 46,153.21 soles en el presupuesto como se observa a continuación en el cuadro:

Tabla 51. Análisis comparativo sobre los costos de ejecución del pavimento asfáltico convencional y un pavimento asfáltico reforzado con una geomalla triaxial TX7

	Diseño sin refuerzo	Diseño con Geomalla Triaxial TENSAR TX7
Costo Total	S/ 982,462.83	S/ 936,309.62
Beneficio	-	S/ 46,153.21

Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 30. Gráfico comparativo sobre los costos de ejecución del pavimento asfáltico convencional y un pavimento asfáltico reforzado con una geomalla triaxial TX7



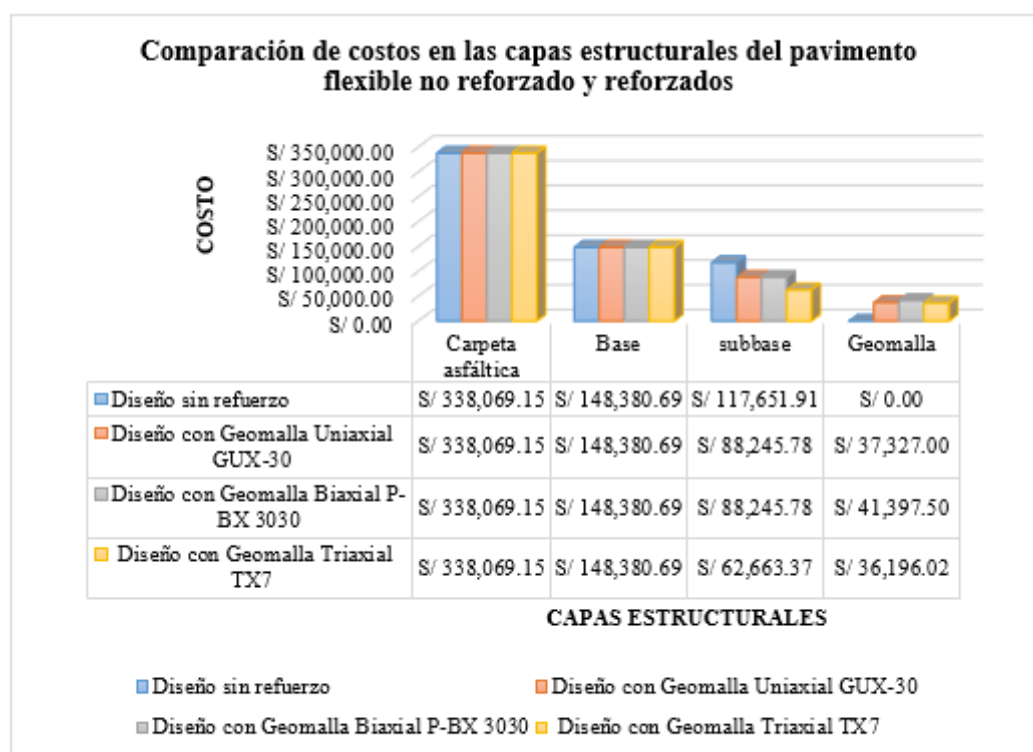
Las capas estructurales analizadas nos muestran que la comparación entre los distintos diseños revela que el espesor y los costos de las capas granulares se mantienen constantes en todos los casos. No obstante, en lo que respecta a la capa de subbase granular, se aprecia una disminución tanto en los espesores como en los costos en los diseños que han sido reforzados, tal como se aprecia a continuación:

Tabla 52. Análisis comparativo sobre los costos entre las diferentes capas estructurales del pavimento asfáltico sin refuerzo y pavimentos flexibles reforzados

Capas estructurales	Diseño sin refuerzo	Diseño con Geomalla Uniaxial GUX-30	Diseño con Geomalla Biaxial P-BX 3030	Diseño con Geomalla Triaxial TX7
Carpeta asfáltica	S/ 338,069.15	S/ 338,069.15	S/ 338,069.15	S/ 338,069.15
Base	S/ 148,380.69	S/ 148,380.69	S/ 148,380.69	S/ 148,380.69
subbase	S/ 117,651.91	S/ 88,245.78	S/ 88,245.78	S/ 62,663.37
Geomalla	-	S/ 37,327.00	S/ 41,397.50	S/ 36,196.02

Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 31. Gráfico comparativo de los costos entre las diferentes capas estructurales del pavimento asfáltico sin refuerzo y pavimentos flexibles reforzados



Fuente: Elaborado por el autor

Conclusiones

- ❖ Tomando en cuenta el estudio del flujo vehicular realizado a lo largo de un intervalo de siete días calendario, se llegó a las conclusiones que los ejes equivalente o ESAL obtenidos para el respectivo diseño del pavimento flexible fueron 292153 del segundo punto de control y 159719 para el primer punto de control.
- ❖ El estudio de mecánica de suelos nos reveló que en el lugar de la investigación se encontró un suelo Arcilloso de baja plasticidad por tanto SUCS lo clasifica como un suelo tipo CL, también AASHTO lo clasifica como un tipo de suelo A-6 (13) que resulta ser MALO, para el valor de CBR se tomó el menor valor obtenido de las cuatro muestras analizadas, dando como resultado un CBR con valor de 3.9%.
- ❖ Del estudio topográfico llevado a cabo en la zona seleccionada, se determinó que el área a pavimentar abarca 5563.08 m². El volumen de movimiento de tierras requerido para un pavimento asfáltico convencional es de 2447.76 m³, mientras que para un pavimento asfáltico que lleva de refuerzo una geomalla uniaxial es de 2086.16 m³. Del mismo modo para un pavimento asfáltico que lleva como refuerzo una geomalla biaxial es de 2086.16 m³, y para un pavimento asfáltico que lleva de refuerzo una geomalla triaxial es de 1808.00 m³.
- ❖ A partir del diseño estructural del pavimento flexible sin refuerzo, basado en el método AASHTO 93, se determinó un espesor de 7.5 cm (3 pulgadas) a la capa asfáltica, 15 cm (6 pulgadas) espesor de base y 20 cm (8 pulgadas) espesor de subbase.
- ❖ Para el diseño reforzado con geomalla uniaxial GUX-30 se determinó un espesor de 7.5 cm (3 pulgadas) a la capa asfáltica, 15 cm (6 pulgadas) espesor de base y 15 cm (6 pulgadas) espesor de subbase.
- ❖ Para un pavimento que lleva como refuerzo una geomalla Biaxial P-BX 3030, se determinó un espesor de 7.5 cm (3 pulgadas) a la capa asfáltica, 15 cm (6 pulgadas) espesor de base y 15 cm (6 pulgadas) espesor de subbase.

- ❖ Para el diseño que incorpora el uso de geomalla Triaxial Tensar TX7 se determinó un espesor 7.5 cm (3 pulg) a la capa asfáltica, 15 cm (6 inch) a la base y 10 cm (4 pulgadas) a la subbase.
- ❖ Del estudio de análisis de costo – beneficio se concluyó: el pavimento reforzado con geomalla biaxial representa mayor costo con un 0.33%, mientras que el pavimento que se encuentra reforzado con una geomalla uniaxial presenta un beneficio del 0.21%. En contraste, el pavimento que se encuentra reforzado con una geomalla triaxial que presenta un beneficio del 4.7% en comparación con un diseño de pavimento tradicional.
- ❖ Respecto a la partida sobre movimiento de tierras y construcción del pavimento para un área de 5563.08 m², tiene un costo de S/. 982463.83, pero con la geomalla triaxial el costo se redujo a S/.936309.62, lo que nos da una reducción del 4.7%.

Recomendaciones

- ❖ Profundizar el estudio acerca del coeficiente de capa (LCR) de las geomallas.
- ❖ Para futuras investigaciones se recomienda analizar en los mecanismos de refuerzos su cuantificación, el comportamiento que tendrá el pavimento de acuerdo a sus propiedades obtenidas y los parámetros aceptables para el dimensionamiento los cuales aún no se encuentran establecidos.
- ❖ Se recomienda implementar un programa de mantenimiento periódico de las infraestructuras viales, dado que este proceso contribuye a reducir costos y conservar mejor la estructura.

Referencias

- [1] L. Álvarez y W. Bermúdez, «Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles,» Universidad Piloto de Colombia, Colombia, 2020.
- [2] J. Palomares y V. Mojica, «Implementación de Geosintéticos en la Ingeniería de Pavimentos como Solución de Mejoramiento para la Subrasante de Pavimentos Flexibles,» Universidad Católica de Colombia, Colombia, 2020.
- [3] E. Miranda, «Diseño de una Base Granular reforzada con Geomalla Biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba - Ongon. Provincia de Pataz, La Libertad,» Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019.
- [4] H. Hinostroza, «Diseño de Pavimento Flexible Reforzado con Geomallas para la Reducción de la Estructura del Pavimento,» Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, 2018.
- [5] J. Mera, «Evaluación Técnico- Económico del uso de Geomalla Multiaxial como refuerzo en la Subrasante de la carretera Santa Cruz – Bellavista, Distrito Bellavista - Jaén - Cajamarca,» Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2017.
- [6] D. Villegas, «Diseño del pavimento asfáltico utilizando geomallas de fibra de vidrio en Urbanización el Ingeniero I, Chiclayo,» Universidad César Vallejo, Chiclayo, 2019.
- [7] A. Montejo, Ingeniería de pavimentos para carreteras, Segunda reimpresión de la segunda edición ed., Bogota, 2002.
- [8] A. Galindo, Interviewee, *Geomallas Triaxiales*. [Entrevista]. 17 Enero 2017.
- [9] PAVCO Geosoft, Diseño de Infraestructura con Geosintéticos, Bogotá: 10ma Edición, 2021.
- [10] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Manual de Ensayo de Materiales, Lima, 2016.
- [11] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, «IMDA Índice Medio Diario Anual,» 2015 septiembre 2015. [En línea]. Available: <http://mtcgeo2.mtc.gob.pe/imdweb/>.

- [12] J. Menéndez, Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y Conservación, Lima: Fondo editorial ICG, 2012.
- [13] C. Yovera, «Análisis comparativo de los pavimentos flexible, rígido y articulado para la Av. Ignacia Schaeffer - Distrito de Tambogrande - Departamento de Piura, Piura,» Universidad Nacional de Piura, Piura, 2018.
- [14] L. Vásquez, «PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI): para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras,» Manizales, Colombia, 2002.
- [15] M. Y. Shahin, Pavement Management For Airports, Roads And Parking Lots, New York: Springer Science+Business Media, 2005.
- [16] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Manual de Carreteras, Suelos y Pavimentos, Lima, 2013.
- [17] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, Lima, 2010.
- [18] K. Abanto, «Análisis y Diseño para la Pavimentación de las calles comprendidas dentro del Perímetro de la calles Eloy Ureta, la Av. Imperio, la Av. Los Incas y los terrenos agrícolas del sur, La Victoria, Chiclayo, 2020,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2020.
- [19] A. A. S. H. T. O. –. 93, Guide for design of pavement Structures, Washington D.C.
- [20] Tensar Corporation International, «Tensar,» [En línea]. Available: <https://www.tensarplus.com>. [Último acceso: 22 08 2022].
- [21] J. Vargas Jiménez, M. Moncayo Theurer, J. Córdova Rizo, C. Maza, I. Barzola Zambrano, G. Velasco Cevallos, I. Salcedo, J. Guzhñay y S. Lucio, La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles, México: Universidad Autonoma de Yucatan, 2017.

Anexos

ANEXO 01: EVALUACIÓN PCI RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

EVALUACIÓN PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

MUESTREO

ASTM D6433, inciso (2.1.7) menciona que el área de muestreo es: $225 \pm 90 \text{ m}^2$

Máximo :	315.00 m ²
Mínimo :	135.00 m ²
Tramo a estudiar :	0+000.00 0+618.12
Longitud de la vía :	618.12 m
Ancho de calzada :	9 m
Longitud de muestra :	35 m
Área de muestra :	315 m ²

N = 18
s = 10
e = 5%

Número total de la muestra
desviación estandar; ASTM D6433, inciso (7.5.2) (para asfalto)
error aceptable; ASTM D6433, inciso (7.5.2)

ASTM D6433, inciso 7.5.2

$$n = \frac{N x s^2}{\frac{e^2}{4} x (N - 1) + s^2}$$

n = 9

Unidades a ser evaluadas

Entonces se obtiene:

18 unidades de muestra
de las cuales 9 deberán ser evaluadas

Selección de unidades de muestreo

ASTM D6433, inciso 7.5.3

$$i = \frac{N}{n}$$

i = 2

Por tanto

i = 2 intervalo de muestreo

Esquema del pavimento para muestreo



RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TRAMOS DEL 1 AL 7

Situación actual de la vía : Sin carpeta asfáltica

Resultado : Fallado

Evidencias en campo

Situación de las calles Arizola y 7 de enero sur

PROGRESIVA 0+000 (Av. Arizola cdra 1)





Progresiva 0+100 – 0+110





Progresiva 0+150



Progresiva 0+310



Progresiva 0+380



Progresiva 0+400



Progresiva 0+460



RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE TRAMOS 8 Y 9

EVALUACIÓN TRAMO 8:

PCI - VÍA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

Nombre de la vía : Av. Arizola - Av. 7 de Enero Sur
 Progresiva inicial (Km) : 0+490.00
 Progresiva final (Km) : 0+525.00
 Ancho de la vía (m) : 9.00
 Área de la unidad (m²) : 315.00

N°	Tipo de Falla	Und
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m2
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel del carril / berna	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometidas de servicios públicos	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	Und
14	Cruce de vía férrea	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
17	Grietas parabólicas	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Meteorización / desprendimiento de agregados	m2

Fallas observadas en el tramo 8

Huecos con una severidad alta (High) y piel de cocodrilo de severidad alta (High)



Falla tipo Piel de cocodrilo con grado de deterioro alto y falla tipo grietas longitudinales y transversales con grado de deterioro alto



Huecos con un grado de deterioro medio



Huecos con un grado de deterioro medio y alto



Número de valores deducidos >2 (q) 5
 Valor deducido más alto (HDV_i) 71.81
 Número máximo de valores deducidos (mi) 4

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Nº	VALORES DEDUCIDOS								VDI	q	VDC
1	71.81	58.48	38.12	11.31					179.72	4	92.92
2	71.81	58.48	38.12	2					170.41	3	96.12
3	71.81	58.48	2	2					134.29	2	88.15
4	71.81	2	2	2					77.81	1	77.81
5											
6											
7											
										Máximo VDC	96.123

CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		
PCI		CLASIFICACIÓN
100	85	Excelente
85	70	Muy Bueno
70	55	Bueno
55	40	Regular
40	25	Malo
25	10	Muy Malo
10	0	Fallado

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) = 100 - (máx VDC o total VD)
 PCI = 100 - 96.123
 PCI = 3.877

CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO (PCI) = FALLADO

EVALUACIÓN TRAMO 9:

PCI - VÍA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

Nombre de la vía : Av. Arizola - Av. 7 de Enero Sur
 Progresiva inicial (Km) : 0+560.00
 Progresiva final (Km) : 0+595.00
 Ancho de la vía (m) : 9.00
 Área de la unidad (m²) : 315.00

N°	Tipo de Falla	Und
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m2
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel del carril / berna	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometidas de servicios públicos	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	Und
14	Cruce de vía férrea	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
17	Grietas parabólicas	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Meteorización / desprendimiento de agregados	m2

Fallas observadas en el tramo 9

Grietas longitudinales y transversales



Nivel de deterioro alto y medio de las grietas longitudinales y transversales



Grietas longitudinales y transversales



Huecos con un grado de deterioro medio



Número de valores deducidos >2 (q) 4
 Valor deducido más alto (HDV_i) 36.66
 Número máximo de valores deducidos (m_i) 7

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Nº	VALORES DEDUCIDOS								VDI	q	VDC
1	36.66	21.19	6.1	5.22	2	2	2		75.17	7	35.102
2	36.66	21.19	6.1	5.22	2	2	2		75.17	6	35.102
3	36.66	21.19	6.1	5.22	2	2	2		75.17	5	38.102
4	36.66	21.19	6.1	5.22	2	2	2		75.17	4	42.102
5	36.66	21.19	6.1	2	2	2	2		71.95	3	45.67
6	36.66	21.19	2	2	2	2	2		67.85	2	49.495
7	36.66	2	2	2	2	2	2		48.66	1	48.66
										Máximo VDC	49.495

CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		
PCI		CLASIFICACIÓN
100	85	Excelente
85	70	Muy Bueno
70	55	Bueno
55	40	Regular
40	25	Malo
25	10	Muy Malo
10	0	Fallado

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) = 100 - (máx VDC o total VD)

$$PCI = 100 - 49.495$$

$$PCI = 50.505$$

CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO (PCI) = **REGULAR**

Diagramas de Valores Deducidos usados en la evaluación

Diagrama de Valores Deducidos para falla por Piel de Cocodrilo

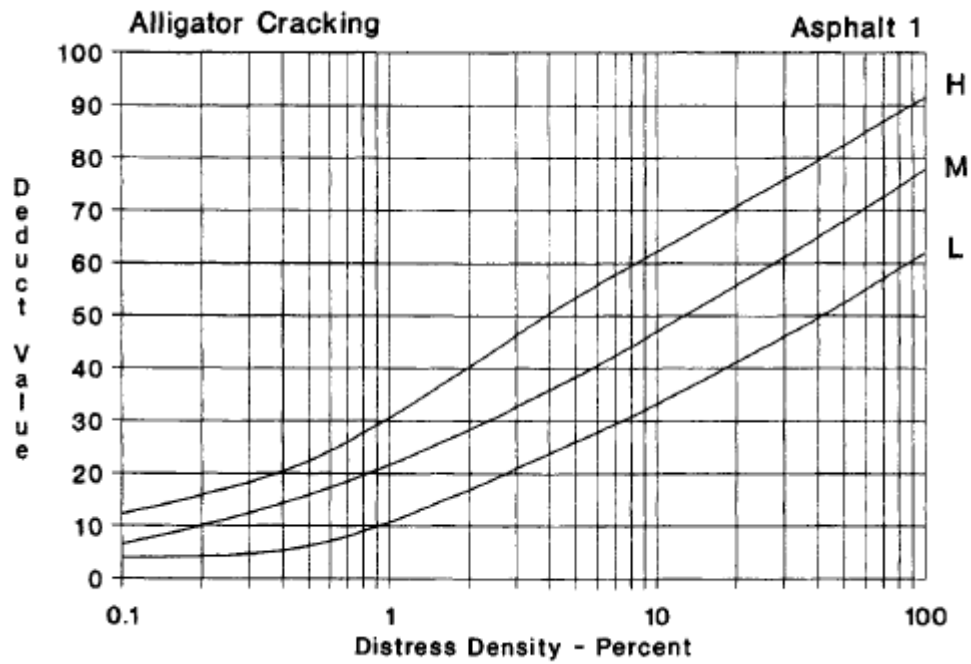


Diagrama de Valores Deducidos para falla por Grieta de Borde

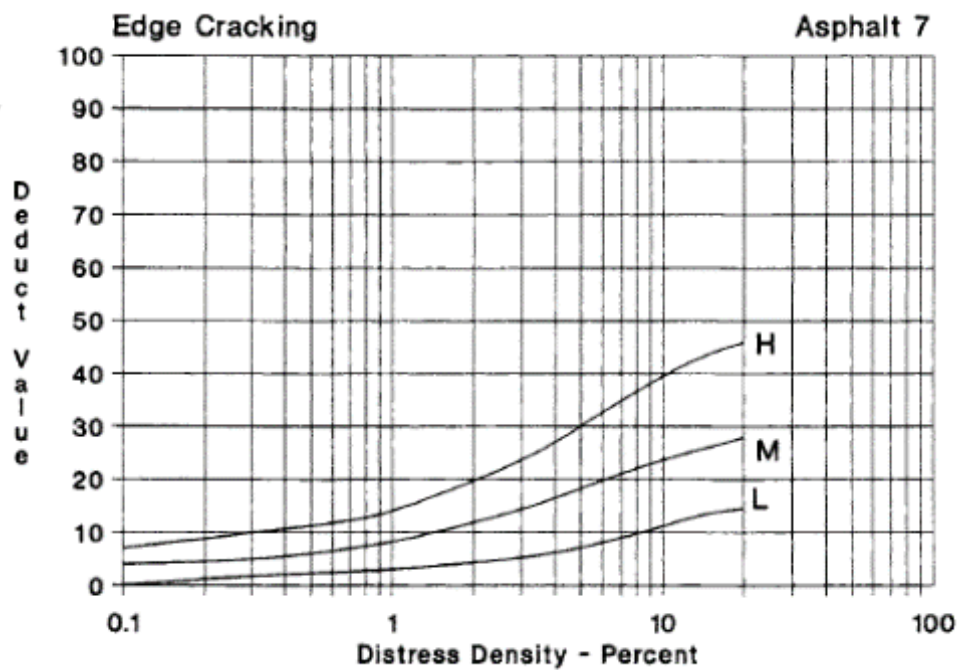


Diagrama de Valores Deducidos para falla por Grietas longitudinales y transversales

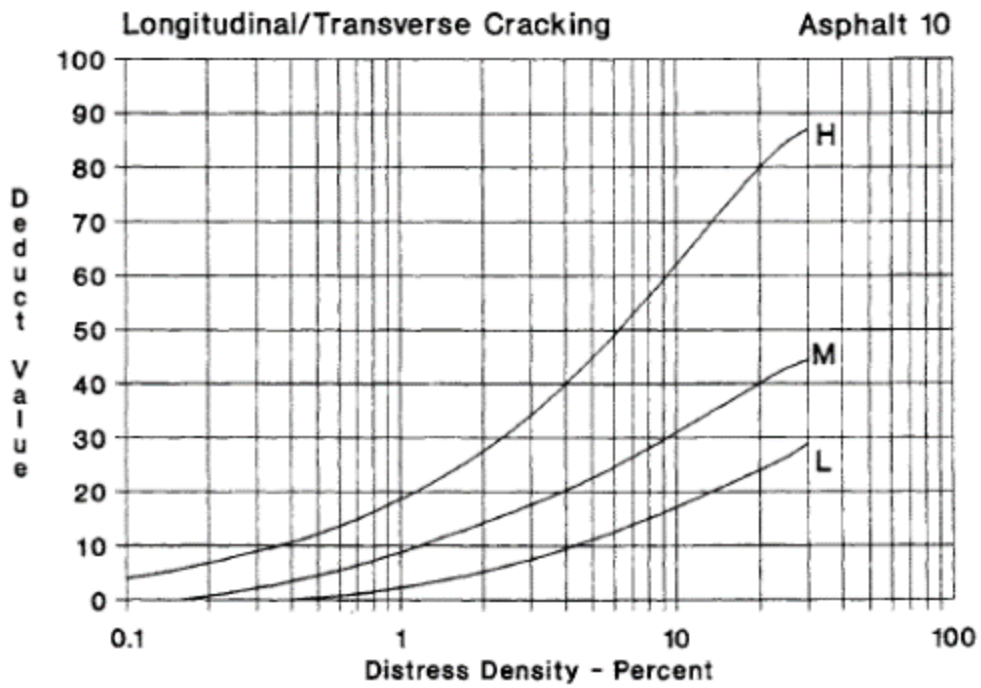
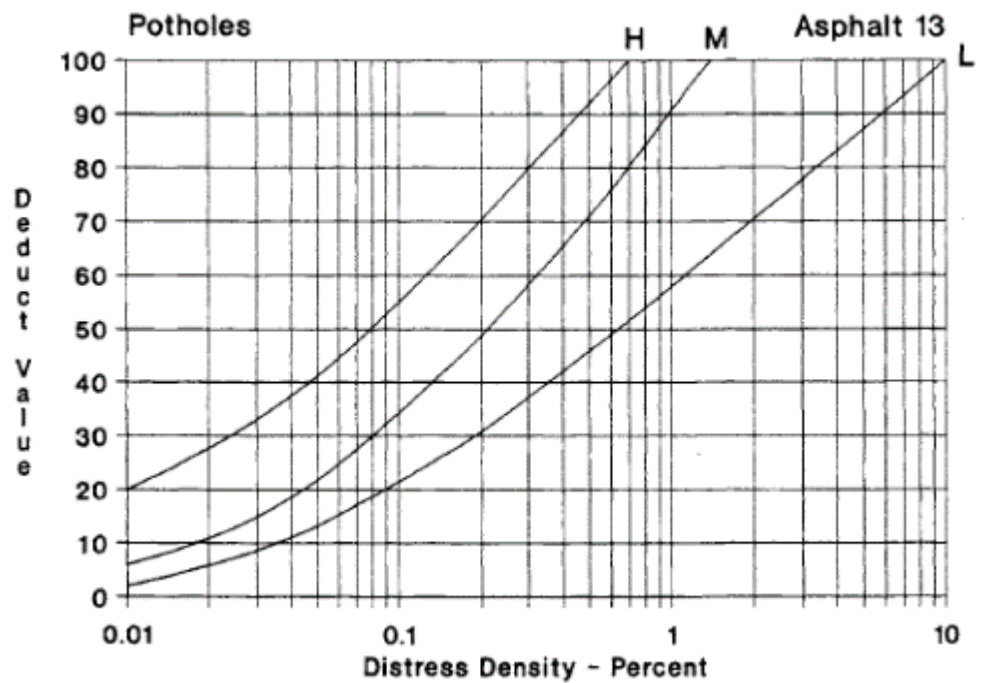




Diagrama de Valores Deducidos para falla por Huecos



ANEXO 02: ESTUDIO DE TRÁFICO Av. Arizola – 7 de enero sur






Punto de control N° 01: Intersección de Av. Arizola y Av. La Libertad

Formato usado para el conteo vehicular








ESTUDIO DE TRÁFICO										
Via :		Av. Arizola				Tipo de pavimento : Pavimento flexible				
Tramo :		Av. Libertad - Av. Garcilazo de la Vega				Ubicación : Cfnclayo				
Zona :		Urb. Villarreal 1er Etapa, Urb. Villarreal 2da				Sentido : Ambos				
		Etapa y Urb. San Eduardo				Año de estudio : 2022				
Factor de corrección estacional										
Mes :		Abril		Peaje : Mocca						
Veh. Livianos :		1.0650								
Veh. Pesados :		1.1377								
DÍA		Moto taxi	Moto lineal	Automovil	Station wagon	Camionetas			Micro	Camión 2E
						Pick up	Panel	Combi		
Lunes	18/04/2022	47	22	124	17	26	7	19	4	7
Martes	19/04/2022	38	29	103	15	22	5	16	3	6
Miércoles	20/04/2022	43	25	95	16	19	3	20	3	7
Jueves	21/04/2022	38	24	83	14	20	3	20	2	5
Viernes	22/04/2022	44	20	104	17	22	5	19	3	6
Sábado	23/04/2022	53	31	131	14	19	7	15	2	4
Domingo	24/04/2022	34	20	81	17	15	2	11	1	0

Conversión de motos lineales y mototaxis a automóviles

Equivalencia para conversión a autos			
4	Moto lineal	=	1 Auto
3	Mototaxi	=	1 Auto

DÍA		Moto taxi	Moto lineal	Conversión a autos	Autos contabilizado	Total
						
Lunes	18/04/2022	47	22	22	124	146
Martes	19/04/2022	38	29	20	103	123
Miércoles	20/04/2022	43	25	20	95	115
Jueves	21/04/2022	38	24	19	83	102
Viernes	22/04/2022	44	20	20	104	124
Sábado	23/04/2022	53	31	26	131	157
Domingo	24/04/2022	34	20	16	81	97

Conteo vehicular final






DÍA	Automovil 	Station wagon 	Camionetas			Micro 	Camión 2E 	IMD
			Pick up 	Panel 	Combi 			
Lunes 18/04/2022	146	17	26	7	19	4	7	226
Martes 19/04/2022	123	15	22	5	16	3	6	190
Miércoles 20/04/2022	115	16	19	3	20	3	7	183
Jueves 21/04/2022	102	14	20	3	20	2	5	166
Viernes 22/04/2022	124	17	22	5	19	3	6	196
Sábado 23/04/2022	157	14	19	7	15	2	4	218
Domingo 24/04/2022	97	17	15	2	11	1	0	143
Tipo de vehículo	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Pesados	Veh. Pesados	
IMDs	123	16	20	5	17	3	5	
Factor de corrección	1.0650	1.0650	1.0650	1.0650	1.0650	1.1377	1.1377	Total
IMDA	131	17	21	5	18	3	6	202

Ejes equivalentes (ESAL) obtenido

Tipo de vehículo	IMDs	IMDa	Factor carril	Factor dirección	Número de días	Factor camión	Factor crecimiento	ESAL
Auto	123	131	1	0.5	365	0.0011	20.9791	528.6383605
Station wagon	16	17	1	0.5	365	0.0026	20.9791	167.8856742
Pick up	20	21	1	0.5	365	0.0053	20.9791	435.1597025
Panel	5	5	1	0.5	365	0.0053	20.9791	108.7899256
Combi	17	18	1	0.5	365	0.0053	20.9791	369.8857471
Micro	3	3	1	0.5	365	2.5307	25.0366	39468.24808
Camion 2E	5	6	1	0.5	365	4.5037	25.0366	117061.7939
							Esaldiseño =	158140.4014
							Esaldiseño =	158140






Punto de control N° 02: Intersección de Av. 7 de enero sur y Av. Garcilaso de la Vega

Formato usado para el conteo vehicular








ESTUDIO DE TRÁFICO									
Via :		Av. Arizola				Tipo de pavimento : Pavimento flexible			
Tramo :		Av. Libertad - Av. Garcilaso de la Vega				Ubicación : Chiclayo			
Zona :		Urb. Villarreal 1er Etapa, Urb. Villarreal 2da				Sentido : Ambos			
		Etapa y Urb. San Eduardo				Año de estudio : 2022			
Factor de corrección estacional									
Mes :		Abril			Peaje : Moche				
Veh. Livianos :		1.0650							
Veh. Pesados :		1.1377							
DÍA	Moto taxi	Moto lineal	Automovil	SUV	Camionetas			Micro	Camión 2E
					Pick up	Panel	Combi		
Lunes 18/04/2022	76	52	210	35	36	9	19	7	12
Martes 19/04/2022	61	47	172	34	31	7	16	5	11
Miércoles 20/04/2022	77	41	156	37	26	11	19	6	14
Jueves 21/04/2022	59	55	188	31	29	5	20	3	12
Viernes 22/04/2022	68	63	217	49	31	7	19	5	13
Sábado 23/04/2022	81	51	225	38	26	9	15	3	10
Domingo 24/04/2022	52	33	133	35	22	5	11	2	0

Conversión de motos lineales y mototaxis a automóviles

Equivalencia para conversión a autos			
4	Moto lineal	=	1 Auto
3	Mototaxi	=	1 Auto

DÍA	Moto taxi	Moto lineal	Conversión a autos	Autos contabilizado	Total
					
Lunes 18/04/2022	76	52	38	210	248
Martes 19/04/2022	61	47	32	172	204
Miércoles 20/04/2022	77	41	36	156	192
Jueves 21/04/2022	59	55	34	188	222
Viernes 22/04/2022	68	63	39	217	256
Sábado 23/04/2022	81	51	40	225	265
Domingo 24/04/2022	52	33	25	133	158

Conteo vehicular final

DÍA	Automovil 	SUV 	Camionetas			Micro 	Camión 2E 	IMD
			Pick up 	Panel 	Combi 			
Lunes 18/04/2022	248	35	36	9	19	7	12	366
Martes 19/04/2022	204	34	31	7	16	5	11	308
Miércoles 20/04/2022	192	37	26	11	19	6	14	305
Jueves 21/04/2022	222	31	29	5	20	3	12	322
Viernes 22/04/2022	256	49	31	7	19	5	13	380
Sábado 23/04/2022	265	38	26	9	15	3	10	366
Domingo 24/04/2022	158	35	22	5	11	2	0	233
Tipo de vehículo	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Livianos	Veh. Pesados	Veh. Pesados	
IMDs	221	37	29	8	17	4	10	
Factor de corrección	1.0650	1.0650	1.0650	1.0650	1.0650	1.1377	1.1377	Total
IMDA	235	39	31	9	18	5	11	348

Ejes equivalentes (ESAL) obtenido

Tipo de vehículo	IMDs	IMDa	Factor carril	Factor dirección	Número de días	Factor camión	Factor crecimiento	ESAL
Auto	221	235	1	0.5	365	0.0011	20.9791	949.8298997
SUV	37	39	1	0.5	365	0.0026	20.9791	388.2356217
Pick up	29	31	1	0.5	365	0.0053	20.9791	630.9815686
Panel	8	9	1	0.5	365	0.0053	20.9791	174.063881
Combi	17	18	1	0.5	365	0.0053	20.9791	369.8857471
Micro	4	5	1	0.5	365	2.5307	25.2891	53155.00892
Camion 2E	10	11	1	0.5	365	4.5037	25.2891	236484.5541
							Esaldiseño =	292152.5598
							Esaldiseño =	292153

ANEXO 03: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CALICATA 01 (C-1)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante: JOSÉ DANIEL BACA ALBINES
 Atención: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 Proyecto: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021"
 Ubicación: URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO
 Fecha de Entrega: Chiclayo, 17 de Mayo del 2022
 Calicata: C-1
 Nivel freático: No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (N-S TU)
0.0					
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		ML A-4 (9)	Limo de Baja Plasticidad Limite liquido : 35.0% Limite plástico : 7.0% Índice de plasticidad : 9.0% Humedad natural : 23.0%
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					

Observaciones:

Muestreo e identificación realizados por el solicitante


 INGENIERO MANUEL MORALES MALLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147800


 LMSCEACH E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo, Telef.: 074-437218 /
 Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

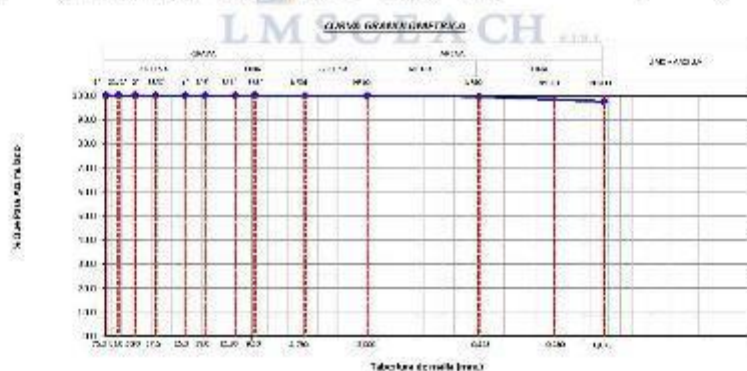
Página 01 de 04

SOLICITANTE: URS S.A. (URB. LA CAJONERA)
ATENCIÓN: INGENIERO CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA URS, S.A. (URB. LA CAJONERA) EN EL DISTRITO DE LA CAJONERA, PROV. DE TUMBES, PERÚ.
UBICACIÓN: URS S.A. (URB. LA CAJONERA) EN EL DISTRITO DE LA CAJONERA, PROV. DE TUMBES, PERÚ.
FECHA RECEPCIÓN: Lunes 02 de mayo de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes 17 de mayo de 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
 (NORMA: NTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA, C 1 MUESTRA: N° 1
PRESENTACIÓN: Pulverizado fino CANTIDAD: 50 kg aprox. **FECHA DEL TRABAJO:** 04/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
	(PULG)	(mm)					TOTAL		100 %
	3"	75.000							
	2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRASA GRUESA	00 %	00 %
	2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			
	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
	3/4"	18.750	0.0	0.0	0.0	100.0			
	3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
	20#	850	0.0	0.0	0.0	100.0			
	40#	425	0.3	0.1	0.1	99.9	% FINO GRUESA	00 %	02 %
	60#	250	0.1	0.0	0.1	99.9			
	80#	188	0.0	0.1	0.1	99.9			
	100#	150	0.0	0.1	0.1	99.9			
	150#	100	0.4	0.2	0.2	99.8			
	200#	75	0.4	0.1	0.5	99.5			
	250#	60	0.4	0.1	0.6	99.4			
	300#	50	0.7	0.2	0.7	99.3			
	400#	37.5	0.6	0.2	0.8	99.2			
	500#	30	0.5	0.2	0.8	99.2			
	600#	25	0.5	0.2	0.8	99.2	% UNO - FINO	97 %	97 %
	< N° 200	PNDO	395.1	97.5	100.0	0.0			



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (LL)	: 96 %
Límite Plástico (LP)	: 27 %
Índice de Plasticidad (IP)	: 09 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	: 23 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de actividad de la Arcilla (I _a)	= 0.39	Est. Sólido
Compresibilidad (C _c)	= 0.234	C. Media
Índice de consistencia (I _c)	= 0.30	Sólido
Potencial de Expansión (P _e)		P. Bajo

(Firma)
INGENIERO MANUEL BARRALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147858

DESCRIPCIÓN DEL SUELO:

Umo de origen procedencia
SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO
UC
SISTEMA DE CLASIFICACION SUCS
U/L

(Firma)
LMSCEBACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.U.R.L.

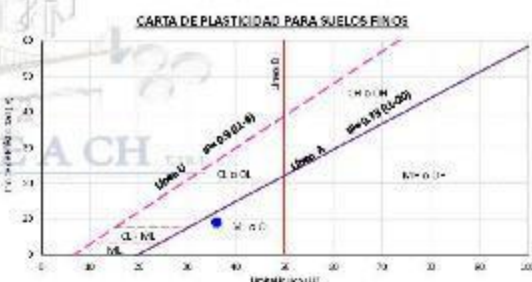


INFORME DE ENSAYO

Página 02 de 04

SOLICITANTE: JOSÉ DANIEL BACA BUSTOS
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN Y REQUISITOS DE TERMINOS PARA PROYECTOS DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA EN EL DISTRITO DE FREMONTINO CHICLAYO 2022
UBICACIÓN: KM. 55.5 CARRETERA PAN DE AZÚCAR EN EL DISTRITO DE FREMONTINO CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 02 de mayo de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 17 de mayo de 2022

SISTEMA DE CLASIFICACION SUCS



CLASIFICACIÓN SUCS: ML limo de baja plasticidad

- OBSERVACIONES:**
- 1- El presente informe es válido para el solo lote.
 - 2- El presente informe es válido para el lote.
 - 3- Se debe tener en cuenta que el presente informe es válido para el lote y no para el proyecto.
 - 4- El presente informe es válido para el lote y no para el proyecto. El presente informe es válido para el lote y no para el proyecto. El presente informe es válido para el lote y no para el proyecto.

(Firma)
DESIGNER MANUEL BORGES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.T. N° 147898

LMSCEACH
(Firma)
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.U.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 5

Página: 01 de 01

SOLICITANTE: ING. GABRIEL BACA ARRIENES
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROBLEMAS DE INFRAESTRUCTURA DE SUELOS DE LA REGIÓN HUÁNUCO Y DEL DEPARTAMENTO DE TAYACAMA, EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, DE LA REGIÓN DE HUÁNUCO, DE CHILCAVALAY.
UBICACIÓN: EN EL SANITARIO DE LA FERIA DEL PUERTO VILLARREAL DE YERBA BUENA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO.
FECHA RECEPCIÓN: lunes, 02 de mayo de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 17 de mayo de 2022

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
 (NORMA: NTC 6-308 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural
INDICACIONES: Terreno de terreno natural

CAUSATA: C.L.
CONVENIO: no es aplicable

MUESTRA: M-1

E: 015 / E: 015 / 015 / 015

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	11760 g	11760 g
Peso del suelo seco + tara	9790 g	9790 g
Peso de tara	195,5 g	195,5 g
Peso de agua	2165 g	2165 g
Peso de suelo seco	2044 g	2044 g
Contenido de agua	28,14 %	28,14 %
Promedio del contenido de agua	28,14 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 28,14 %

OBSERVACIONES:

1. Muestra e identificación realizada por el solicitante.
2. Separación realizada a ojo de humano.
3. Según lo indicado por el solicitante, la muestra procede de un Suelo de terreno natural.
4. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del SME, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrá emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5º SUELOS Y FUNDACIONES Norma E030)


DESNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O.P. N° 147099


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
JORGE DANIEL COMPAÑIA BERTA
 INGENIERO CIVIL EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 S

Página: 01 de 01

SOLICITANTE: COMPAÑIA VIAL SA
ATENCIÓN: EST. BUENAS VENTURAS S.A.
PROYECTO: FORTALECIMIENTO FÍSICO DE LOS PUERTOS DE LA CIUDADELA DEL MAR (PROYECTO 001) - ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA DEL SUR - PROVINCIA DE CHICLAYO 2022
UBICACIÓN: EST. BUENAS VENTURAS, REFERENCIAL: AV. ENRIQUE PÉREZ Y LAZAR, PUEBLO INDUSTRIAL SAN JUAN DE CHILIBAYO
FECHA RECEPCIÓN: mayo, 02 de 2022 a las 10:32
FECHA EMISIÓN: mayo, 17 de 2022 a las 10:32

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
 (NORMAS: MTC E-110 / E-111 / ASTM D-4188 / AASHTO T 99 / T 99)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de banco natural
PRESENTACIÓN: Saco de Polietileno
CANTIDAD: 30 kg aprox.
MUESTRA: M 1
FECHA DEL ENSAYO: 07/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A.01	A.05	A.02	A.04	L.1	L.2
Número de ensayo	01	02	03	04	---	---
Número de golpes	25	25	25	25	---	---
Peso de la muestra (suelo húmedo) (g)	47.85	46.30	43.14	45.05	19.47	19.47
Peso de la muestra (suelo seco) (g)	38.32	37.05	40.03	40.72	16.39	18.30
Porcentaje de agua (w)	25.51	25.13	7.11	9.54	1.03	5.05
Porcentaje de agua (L)	27.91	27.98	37.27	20.48	14.45	14.45
Porcentaje de suelo seco (g)	10.41	9.06	11.45	15.27	3.91	3.91
Porcentaje de humedad (M)	29.72	30.77	32.80	25.80	26.25	26.85



Nota:
 1.- Ensayo efectuado al material presente la muestra N° 01

LÍMITE LÍQUIDO = 36 %
LÍMITE PLÁSTICO = 27 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 9 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestra de identificación realizada por el laboratorio
- 2.- La muestra se encuentra en estado líquido
- 3.- Según la clasificación de plasticidad, la muestra es clasificada como arcilla de consistencia líquida
- 4.- Los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, así como el análisis de clasificación y porcentaje de humedad (M), son válidos en el momento de la emisión de este informe, para otros edificios, o para otros tipos de obras, consulte a: [Artículo 5.- ARTÍCULO 5.1.- MODIFICACIÓN - Norma 7058]

JORGE URBAL TOMAPARCA URBAL
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO S.L.UCL



INFORME DE ENSAYO

Pág. 01 de 01

SOLICITANTE: UGEL - WASHINGTÓN (1813)
ATENCIÓN: FISCALÍA ADMINISTRATIVA
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROYECTO DE DISEÑO DE MAQUINERÍA DE LA UPEL S.A. EQUIPO Y UPEL FEDERICO VILLARREAL LEE Y LINA STAVEL DEL DEPTO. MOYATA DE CHICLAYO (2017)
UBICACIÓN: UPEL MAQUINERÍA (XXI) UPEL - WASHINGTÓN (1813) PARA DE LA UPEL S.A. PROVINCIA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: lunes, 10 de mayo de 2017 **FECHA EMISIÓN:** martes, 12 de mayo de 2017

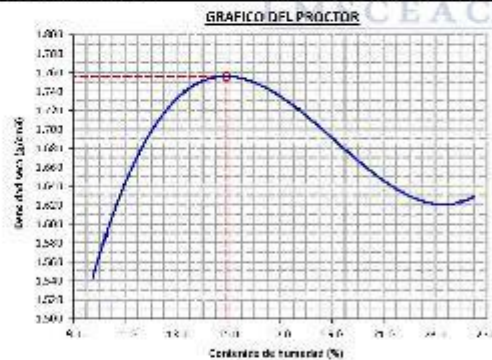
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

NORMA NTC 6115 / NTP 399.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN: Substrato de arena y arcilla
 CALZADA: 013
 MUESTRA: M-1
 REFERENCIAL: 013

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	CALZADA: 013				MUESTRA: M-1				
	1	2	3	4	DATOS DEL TAMPADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B & C) EMPLEADO.				
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.635	1.625	1.624	1.621	100 g	150	200 g	240 g	300 g
Densidad húmeda (g)	3822	3822	3802	3802	2"	100	100	100	100.00
Densidad húmeda (densidad compactada) (g)	11.236	11.146	11.111	11.079	300"	1	100	100	100.00
Volumen estándar (cm ³)	470	470	470	470	300"	100	100	100	100.00
Densidad máxima húmeda (g/cm ³)	1.740	1.741	1.739	1.736	100"	0.5	0.1	0.1	100.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	100"	4.5	99.9	100.0	0.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.624	1.625	1.624	1.621	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: B				
Densidad húmeda (g)	3802	3822	3802	3802	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: 100"				
Densidad seca (g)	374	374	355	362	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: 14				
Relación agua (g)	3.65	3.65	3.2	3.33	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: 1.25				
Relación agua seca (g)	120.1	115.6	75	111.9	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: 1.5				
Contenido de agua (%)	20.2	22.5	19.0	20.7	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D 1557): Manual				
Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.357	1.332	1.322	1.320	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D 1557): Manual				



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA MUESTRA (ASTM D 2488 - NTP 399.174)

CLASIFICACIÓN:
 ASFTO: 3E
 SUELO: ML

DESCRIPCIÓN:
 Arena de baja plasticidad

DENSIDAD MÁXIMA SECA: 1.736 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 19.02 %

[Signature]
DESIGNER MARQUEL MARCELES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

[Signature]
LMSCEACH
 CORPORACIÓN EMPRESARIAL SUCIA
 TERCER SECTOR DE SERVICIOS Y INVERSIÓN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.A.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Página 16/10

SOLICITANTE: RESER MARUVALLES
ATENCIÓN: ESCUELA INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPIEDADES DE SUELOS DE PANTANOS DE LA URB. SAN EDUARDO EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE LOS RIOS, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, TUMBES

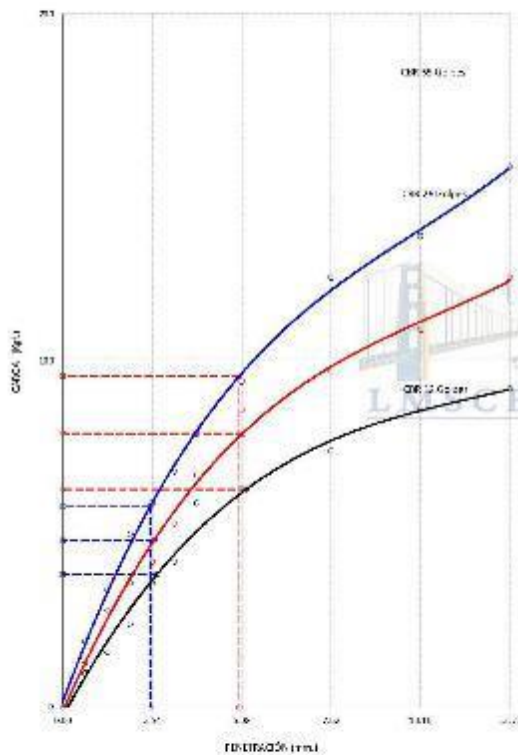
UBICACIÓN: Km. 12.40 - Tumbes 2022
PROYECTO: Proyecto de mejoramiento de vías

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: NTC 6132, Basado en la Norma ASTM D-1558 y AASHTO T-99

REFERENCIA DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACIÓN: Suelo de tipo arcilloso

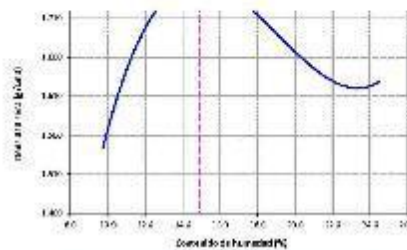
FECHA DE EMISIÓN: 04/05/2022

GRAFICO PARA DETERMINACION



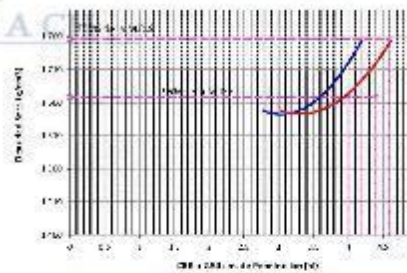
CARGA (kg/cm²)	PENETRACION		SUELOS DE REFERENCIA		SUELOS DE PROYECTO		SUELOS DE REFERENCIA	
	mm	Fig.	Norma	%	Norma	%	Norma	%
7.00	204	1.1	20	4.2	22	45	20	28
10.00	274	1.5	10	2.0	27	10	25	23

GRAFICO DEL PROYECTO



Valor del Proctor	
MOJUREO DE OPTIMO	12.4%
GRANULOMETRIA PAS 20	1.746 gms/g
GRANULOMETRIA PAS 425	14.91%

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Pruebas	Moisture (%)	CBR (%)	Moisture (%)
01	12.4%	4.2%	12.4%
02	12.4%	4.0%	12.4%
03	12.4%	4.0%	12.4%

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Moisture (%) de densidad máxima	12.4%	12.4%
CBR a 7.00 kg/cm²	4.2%	4.0%
CBR a 10.00 kg/cm²	4.0%	4.0%
Coeficiente de variación	Suave	

[Signature]
RESER MARUVALLES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147899

[Signature]
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 CHICLAYO E.A.R.L.

CALICATA 02 (C-2)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante : JOSÉ DANIEL BACA ALBINES
 Atención : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 Proyecto : "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021"

Ubicación : URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO
 Fecha de Entrega : Chiclayo, 17 de Mayo del 2022

Calicata : C-2
 Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M - 1	/ / / / /	CL A-6 (13)	Ardilla de Baja Plasticidad Limite liquido : 38.0% Limite plástico : 15.0% Índice de plasticidad : 23.0% Humedad natural : 28.0%
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante


 CESAR MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147890


 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.: 074-437218 /
 Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.R.R.L.



INFORME DE ENSAYO

MS-017-01-04

SOLICITANTE: INSTITUTO NACIONAL DE VIALIDAD
ATENCIÓN: OFICINA DE INVESTIGACIONES
PROYECTO: ELABORACIÓN DE PLANOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA CARRETERA NACIONAL Y DE LOS PUERTOS DE ACCESO A LA CARRETERA NACIONAL EN PROVINCIAS DE TUMBES Y
UBICACIÓN: CARRETERA NACIONAL Y DE LOS PUERTOS DE ACCESO A LA CARRETERA NACIONAL EN PROVINCIAS DE TUMBES Y
FECHA RECEPCIÓN: 19/04/2022
FECHA EMISIÓN: 19/04/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
 (NORMA: NTC 6307 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACIÓN: Suelo de base natural
CANTIDAD: 0.700 kg
MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno
CANTIDAD: 30 kg aprox.
FECHA DEL ENSAYO: 24/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA			
	(PULG)	(mm)					TOTAL	100 %		
	7	20.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRASA	GRASA GR.FSA	00 %	100 %
	1 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINO	ARENA GR.FSA	01 %	17 %
	3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/4"	5.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	Nº10	4.750	1.2	0.1	0.1	99.9				
	Nº20	2.000	5.0	1.5	1.8	98.4				
	Nº40	1.180	3.2	0.8	2.6	97.4				
	Nº60	3.000	8.7	0.9	3.5	96.4	ARENA M.FSA	02 %	17 %	
	Nº80	3.000	1.7	0.7	7.0	93.0				
	Nº100	3.177	8.0	2.0	6.0	94.0				
	Nº200	3.175	1.4	1.1	7.1	92.9				
	Nº400	3.175	36.5	8.7	15.7	84.3	LIMOS - ARCILLA	03 %	87 %	
	< 0.075	75.000	379.9	81.3	100.0	0.0				



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (LL)	131 %
Límite Plástico (PL)	115 %
Índice de Plasticidad (PI)	17 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	124 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Líquido de Ayrton	LL = 0.08	Índice Líquido
Comprimibilidad	CC = 0.007	Índice de Plasticidad
Índice de consistencia	CI = 0.31	Índice de Plasticidad
Índice de actividad		Índice de Plasticidad

(Firma)
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: N° 147898

DESCRIPCIÓN DEL SUELO:

Aréolita de base pesada
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO:
A-3 (U)
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCSR:
U

(Firma)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

PRE: 10106020

SOLICITANTE: UGEL CHICLAYO - ALUMNOS
 ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: FORTALECIMIENTO VIAL DEL CENTRO DE INGENIEROS DE LA UGEL SAN CARLOS Y URB. TERCER GOBIERNO LOCAL Y COMUNITARIO DEL DISTRITO Y MOYUNA DE CHICLAYO 2021

UBICACIÓN: URB. SAN CARLOS Y URB. TERCER GOBIERNO LOCAL Y COMUNITARIO, EN EL DISTRITO VIAL DE CHICLAYO

FECHA RECEPCIÓN: 17 de mayo de 2022

FECHA EMISIÓN: 17 de mayo de 2022

SISTEMA DE CLASIFICACION SUCS

DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

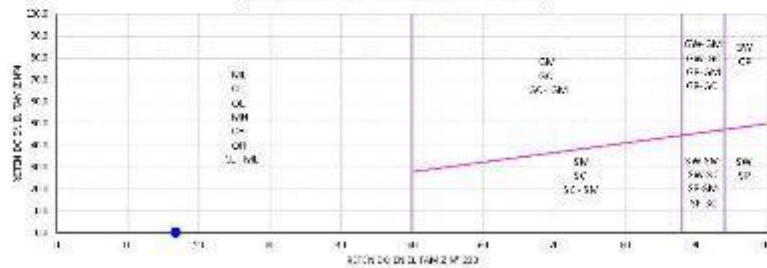
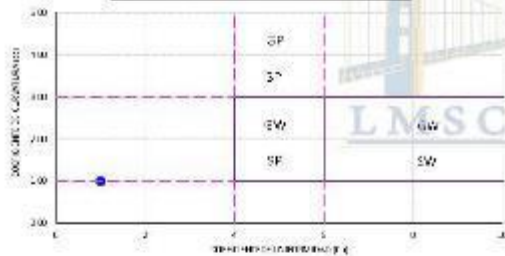
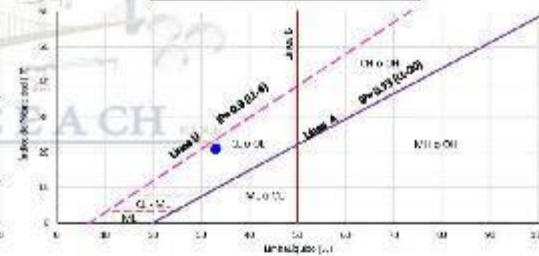


DIAGRAMA DE GRADACIÓN DE SUELOS GRUESOS



CARTA DE PLASTICIDAD PARA SUELOS FINOS



CLASIFICACIÓN SUCS: CL Arcilla de baja plasticidad con arena

OBSERVACIONES:

- 1- La muestra ha sido clasificada considerando el resultado.
- 2- Examinada visualmente al microscopio.
- 3- Según lo establecido por el procedimiento, la muestra se colocó de la base de la muestra natural.
- 4- La realización de este informe es de carácter informativo, no constituye responsabilidad del LMSCEACH, sino la del cliente al tener y utilizar los resultados de este informe. El análisis experimental es un instrumento, por lo tanto, los resultados se presentan por el cliente. (Artículo 11 - SUP. OSY DISTRITAL Nº 003 - 1995)

RESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pág. 04 de 04

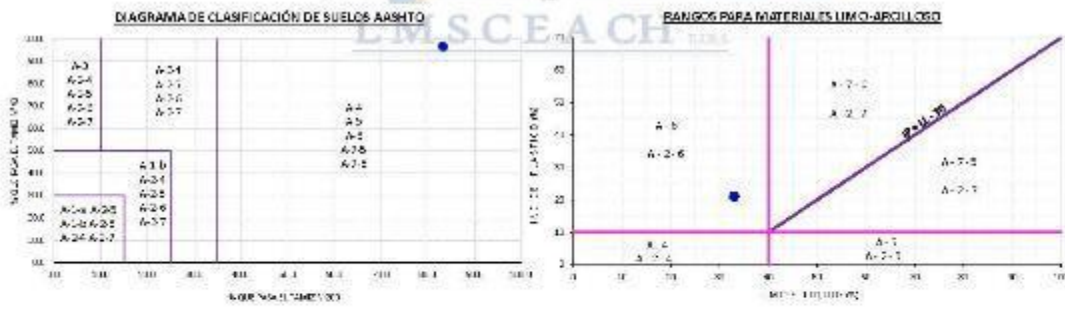
SOLICITANTE: UJCE DAR EL PAGO ADIENES
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: EVALUACION Y PROPOSTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA ZONA SAN JOAQUIN Y ZONA FEDERICO VILLARREAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021
UBICACION: ZONA SAN JOAQUIN VIENTOS FEDERICO VILLARREAL ZONA SAN JOAQUIN EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCION: Lunes, 01 de mayo de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 12 de mayo de 2022

SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% O MENOS DEL TOTAL PASA EL TAMIZ NO 200)								MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (MAS DEL 35% DEL TOTAL PASA EL TAMIZ NO 200)								
	A-1			A-2	A-3				A-4	A-5	A-6	A-7	A-8				
	A-1a	A-1b	A-1c		A-3a	A-3b	A-3c	A-3d					A-8a	A-8b			
Resistencia a la tracción (según procedimiento)																	
No. 75	100	50 max		10 max					20 max	35 max	55 max	25 max	20 max	35 max	55 max	20 max	35 max
No. 4	40	30 max	40 max	10 max					20 max	35 max	55 max	25 max	20 max	35 max	55 max	20 max	35 max
No. 20	100	10 max	25 max	10 max					20 max	35 max	55 max	25 max	20 max	35 max	55 max	20 max	35 max
Coeficiente de uniformidad (basado en que pasan el tamiz No. 40)																	
Índice de grupo (Indice de Plasticidad)	0	0	0	N.P.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Índice de Grupo	0	0	0					4 max	0 max	10 max	16 max	10 max	10 max	10 max	10 max	10 max	10 max

$$[IG] = 0.2(a) + 0.005(b)(c) + 0.01(b)(d)$$

a =	40
b =	10
c =	10
d =	11
IG =	13



CLASIFICACION AASHTO: A-6(13) Malo

- OBSERVACIONES:**
- 1 - El cuadro a ser llenado debe ser por el solicitante
 - 2 - Para ser de utilidad a los clientes
 - 3 - Legible y en idioma castellano, o idioma propio del país de pertenencia
 - 4 - Los cálculos de los índices de grupo, la clasificación, el índice de grupo, los coeficientes de uniformidad y de plasticidad se aplican a los resultados de los ensayos de laboratorio y no a los resultados de los ensayos de campo.

(Signature)
 INGENIERO MANUEL DOMINGOS MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 147899

(Signature)
 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 00015

Página: 4 de 10

SOLICITANTE: JOSÉ DANIEL BACA ALDINES
ATENCIÓN: INGENIERO (R) MANUEL MORALES MILLONES
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA J.R.R. SAN EDUARDO Y J.R.R. FEDERICO SILLARICAL LER Y ZEA CHAPA EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021.
LUBICACIÓN: J.R.R. SAN EDUARDO Y J.R.R. FEDERICO SILLARICAL LER Y ZEA CHAPA EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: Lima, 02 de mayo de 2022 **FECHA EMISIÓN:** Lima, 17 de mayo de 2022

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
 (NORMA: NTC 308 / ASTM D 2208)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

TÍTULO: Ubicación: Substrato de terreno natural
PRESENTACIÓN: Base de Polidreno

TAMAÑO: 100
CANTIDAD: 30 kg aprox.

MUESTRAS: M01

FECHA DEL ENSAYO: 04/06/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del plato + humedad + tara	11976 g.	11976 g.
Peso del plato + tara	9030 g.	9030 g.
Peso de tara	1926 g.	1926 g.
Peso de agua	2186 g.	2186 g.
Peso de suelo seco	7804 g.	7804 g.
Contenido de agua	28.14 %	28.14 %
Promedio del contenido de agua	28.14 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 28.14 %

OBSERVACIONES:

1. Muestra e identificación del todo por el todo.
2. Preparación realizada de acuerdo.
3. Según lo indicado por el solicitante, a muestra procedió de la Sustrato de terreno natural.
4. En caso de haberse realizado de campo y labor de campo, se debe alinear y corroborar el peso y volumen de las (M_s) y de la muestra en el terreno y del frasco de almacenamiento de la muestra. No se debe suponer en el laboratorio, los datos de laboratorio para ser de campo. (Estándar: NTC 308 y ASTM D 2208 - Norma I.1.10)


 INGENIERO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 147890


 LMSCEACH
 VIRGINIA TOMASAQUIA BUSTA
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001.5

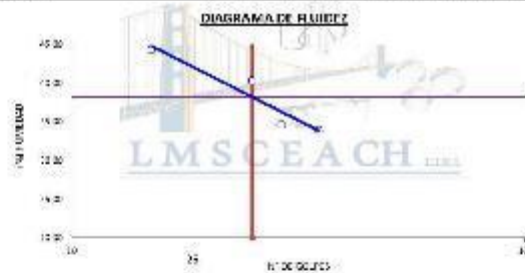
Pág.: 11 de 13

SOLICITANTE: JORGE DEL ROSARIO BARRERA
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: REALIZACIÓN Y OBRAS DE REPARACIÓN DE FUNDAMENTOS DE LA BR-504, DEL SECTOR DE LA BR-504, ENTRE EL SECTOR 156 Y EL SECTOR 157, DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LOS RIOS, PROVINCIA DE TACNA
UBICACIÓN: C/DA. SANTIAGO DE LOS CABALLEROS, TERCERA CALLE, EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE LOS RIOS, PROVINCIA DE TACNA
FECHA RECEPCIÓN: Mayo, 02 de mayo de 2022. **FECHA EMISIÓN:** mayo, 17 de mayo de 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
 (NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 288 / T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACIÓN: Falso de terreno natural
PRESENTACIÓN: Bolsa de 5 kg. aprox.
CALICATA: C-2
CANTIDAD: 60 kg. aprox.
MUESTRA: M-1
FECHA DEL ENSAYO: 14/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Altura del golpe (cm)	4.75	6.4	8.02	9.68	1.0	1.0
Altura del golpe (cm)	35	24	35	35	---	---
Peso del recipiente + suelo (g)	35.87	37.19	35.76	37.1	15.10	15.10
Peso del recipiente + suelo seco (g)	31.85	31.7	32.06	32	17.04	17.04
Peso del Agua (g)	3.85	5.02	3.2	3.64	1.40	1.4
Peso del líquido (g)	15.73	14.12	14.18	13.54	7.73	7.73
Peso del sólido seco (g)	17.27	17.06	17.89	17.46	9.27	9.27
Porcentaje humedad (%)	22.17	29.43	17.90	20.85	15.10	15.10

**Nota:**

- Si se requiere, puede consultarse con el medio PDF.

LÍMITE LÍQUIDO = 38 %
LÍMITE PLÁSTICO = 15 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 23 %

OBSERVACIONES:

1. La marca e identificación realizada por el solicitante.
2. Evaluación realizada a dicho terreno.
3. Según lo indicado por el solicitante, la muestra proviene de la bolsa de terreno natural.
4. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMI, sólo se aplican en el terreno y condiciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otros edificadores, o para otro tipo de obras. Artículo 5 - SUELOS Y OBRAS DE OBRAS - Norma E.002.

LMSCEACH
 JORGE ANIBAL POMARCA BARRERA
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESIGNER MANUEL BARRERA MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO P.I.S.A.



INFORME DE ENSAYO

Página 04 de 04

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD SACARUNES
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA UBIS SACARUNES DEL FEDERICO HILARREAL BERTI ZARAYAMA EN EL DISTRITO PROVINCIAL DE CHICLAYO
UBICACIÓN: UBIS SACARUNES DEL FEDERICO HILARREAL BERTI ZARAYAMA, EN EL DISTRITO PROVINCIAL DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: marzo 02 del 2022
FECHA EMISIÓN: marzo 17 del 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

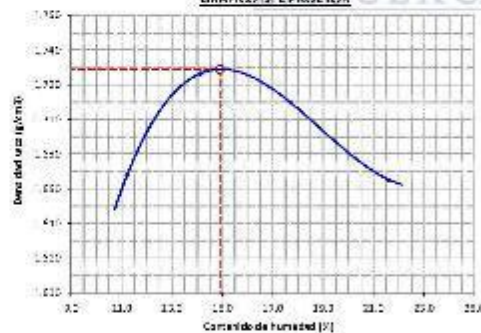
NOTA: MTC E 117 / NTP 309.143 / ASTM D 1557

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Tipo de Inventario: 156, PROYECTO: MILITARIA-012, FORMA DE ENSAYO: 156/2017/22
PRESENTACIÓN: Estado: Sólido

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMPADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B O C) EMPLEADO.				
					TAMPO	PSO	W SET	W RETENCIÓN	W O. MSA
Peso del suelo (g)	4448	4678	4738	4794					
Peso del molde (g)	3622	3602	3594	3602	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
Peso del suelo compactado (g)	7910	7946	7916	7979	3.0*	0	0.0	0.1	0.0
Volumen del molde (cm ³)	970	967	967	967	3.0*	0.0	0.0	0.1	0.0
Peso del agua (g)	1.877	1.971	2.018	2.025	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	W_P (%)	200	200	100.0	0.0
Peso del suelo (g)	1464	1453	1477	1465	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO				
Peso del agua (g)	1262	1242	1245	1243	MÉTODO Y COMPACTACIÓN: 156*				
Peso del agua (%)	86.3	85.5	84.3	84.9	MÓDULO DE COMPACTACIÓN: 14				
Peso del agua (%)	86.3	85.5	84.3	84.9	NÚMERO DE GOLPES: 125				
Peso del agua (%)	86.3	85.5	84.3	84.9	NÚMERO DE CAPAS: 5				
Contenido de agua (%)	86.3	85.5	84.3	84.9	MÉTODO DE HUMEDAD DE LIQUIDO: Humedad				
Peso del agua (%)	86.3	85.5	84.3	84.9	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO: Manual				

GRÁFICO DEL PROYECTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 748 - NTP 309.143)

CLASIFICACIÓN:
 CANTIDAD: 6.61%
 FMS: C
DESCRIPCIÓN:
 Sedimentos finos

DENSIDAD MÁXIMA SECA: 1.725 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 14.90 %

[Signature]
 ROSSNER MARCEL NORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

[Signature]
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO P.I.S.A.
 JORGE GONZALEZ GONZALEZ
 TECNICO DE SERVICIO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pág. 01 de 02

SOLICITANTE: DISEÑO LABORATORIAL S.A.S.
ATENCIÓN: ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: TOMADO DE MUESTRA PARA ENSAYOS DE CBR DE SUELOS DE LA ZONA DEL RÍO SAN JUAN DE LA SIERRA Y ZONA DEL RÍO SAN JUAN DE LA SIERRA, EN LA SIERRA DE PROMOCIÓN DE CHICLAYO, 2021
UBICACION: URB. SAN JUAN DE LA SIERRA, URB. ESTACION MILANES Y ZONA DEL RÍO SAN JUAN DE LA SIERRA, PROVINCIA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCION: 11/07/2021
FECHA EMISION: 12/07/2021

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 133, basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

EXPLICACION: Suelo de laboratorio
PRESENTACION: Suelo compactado
FECHA DEL ENSAYO: 04/05/2021

DATOS DEL ENSAYO			CONTINGENCIA												
Nº Molde	4		5		6										
Nº Carga	4		5		6										
Nº Cálculo por carga	55		25		22										
GRANULOMETRÍA (ASTM D 600)															
	Si	No	Si	No	Si	No	Si								
Peso molde + S. de humedad (g)	12963	13005	13005	13010	13010	13010	13010								
Peso de molde (g)	6473	6473	6231	6231	6229	6229	6229								
Peso de suelo húmedo (g)	4196	4102	4570	4570	4570	4570	4570								
Volumen del molde (cm ³)	2119	2119	2115	2115	2144	2144	2144								
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.989	1.939	2.165	2.165	2.130	2.130	2.130								
Temperatura (°C)	17.25	17.25	16.72	16.72	16.72	16.48	16.48								
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Peso molde + S. de humedad (g)	1416	40730	1017	40810	926	40700									
Peso de molde (g)	77.5	40940	110.5	40740	82.4	40700									
Peso de S. de humedad (g)	0.1	596	70.6	592	0.1	594									
Peso de molde (g)	22.0	3.2	4.2	3.2	42.6	0.2									
Peso de S. de humedad (g)	80.5	26012	68.6	26000	41.8	26000									
Porcentaje de humedad (%)	14.8	3.3	3.7	3.1	3.7	3.7									
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO (hr)	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	
20/05/2021	11:17	7	0.2	0.148	0.1	0.2	0.148	0.1	0.2	0.148	0.1	0.2	0.148	0.1	
24/05/2021	11:5	24	10.0	0.000	0.0	10.0	0.000	0.0	10.0	0.000	0.0	10.0	0.000	0.0	
07/05/2021	11:17	04	185.0	0.148	0.08	182.0	0.148	0.08	180.0	0.148	0.08	178.0	0.148	0.08	
24/05/2021	11:5	24	225.0	0.265	0.12	210.0	0.265	0.12	200.0	0.265	0.12	190.0	0.265	0.12	
20/05/2021	11:17	04	342.0	0.592	0.17	340.0	0.592	0.17	338.0	0.592	0.17	336.0	0.592	0.17	
			11.0	0.64	1.53	11.0	0.64	1.53	11.0	0.64	1.53	11.0	0.64	1.53	
FILTRACIÓN															
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA (kN)	CORROSION											
	mm	mm		MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
	mm	mm		CARGA	CORROSION	CARGA	CORROSION	CARGA	CORROSION	CARGA	CORROSION	CARGA	CORROSION		
			L. Digital	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
200'	0.200	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300'	0.300	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400'	0.400	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500'	0.500	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
600'	0.600	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
700'	0.700	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800'	0.800	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
900'	0.900	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000'	1.000	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1100'	1.100	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1200'	1.200	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1300'	1.300	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1400'	1.400	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1500'	1.500	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1600'	1.600	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1700'	1.700	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1800'	1.800	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1900'	1.900	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000'	2.000	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2100'	2.100	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2200'	2.200	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2300'	2.300	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2400'	2.400	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500'	2.500	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600'	2.600	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2700'	2.700	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2800'	2.800	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2900'	2.900	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3000'	3.000	0.000	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898

JORGE GABRIEL TOMARANCE PARIZA
 INGENIERO CIVIL Y PASADISTAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

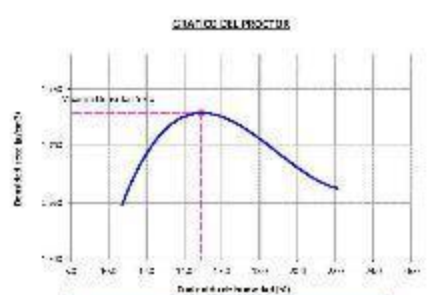
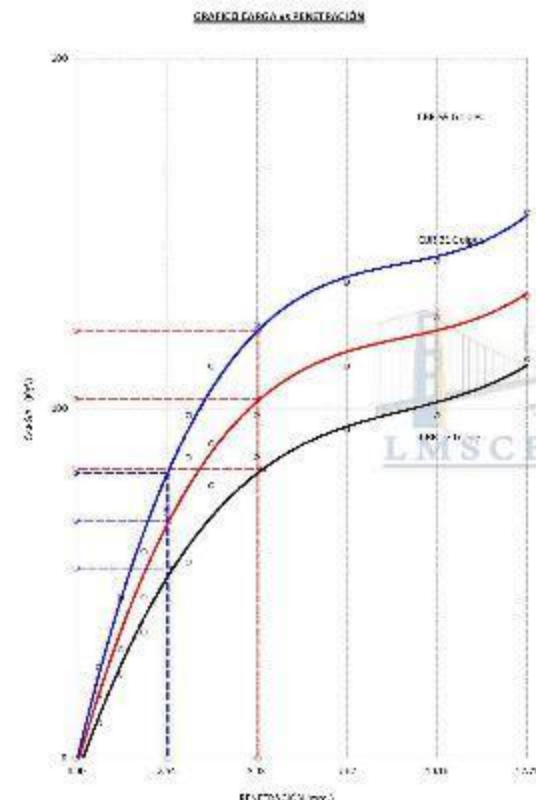
Página 10 de 10

SOLICITANTE: ERSOL S.A.S. - EMPALMADOS
ATENCIÓN: J. LUIS JARA LLERENA CIVIL
PROYECTO: EMPALMADO Y PROYECTO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS EN MATERIALES COMPACTADOS EN LABORATORIO ALTERNATIVO EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, PERÚ
UBICACIÓN:
FECHA RECEPCIÓN: Agosto 02 de 2022
 Agosto 07 de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA NTC E 132, Basado en la Norma ASTM D 1586 y AASHTO T 199

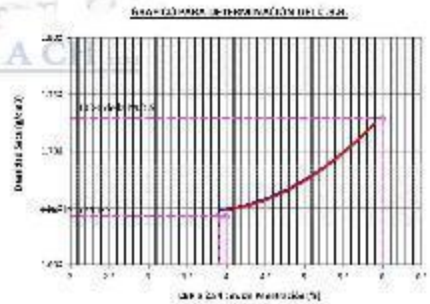
REFERENCIA DE LA MUESTRA:
 E-INT-FIC-019 Suelo de terreno natural

FORMA DE ENTREGA: CANES 0022



Valor del Punto C

Moistura (g/100g)	7.1
WUE (g/100g)	1.02 g/100g
Grav. Espec. (g/cm³)	2.65



Número de prueba	Densidad (g/cm³)	CBR	
		2.5 mm	5.0 mm
15	1.74 g/cm³	1.9 %	1.9 %
16	1.67 g/cm³	4.0 %	5.0 %
17	1.68 g/cm³	4.0 %	4.0 %

Carga (kg/cm²)	E-INT-FIC-019		E-INT-FIC-019		E-INT-FIC-019			
	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²		
10.7	7.11	7.1	5.7	1.9	5.5	1.9	5.4	1.9
121.48	5.28	12	6.3	1.9	5.4	1.9	4.2	4.0

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Valor del CBR de Penetración	0.17	0.17
C.B.R. al 10% de deformación	5.0 %	5.0 %
C.B.R. al 50% de deformación	3.9 %	4.0 %
Condición del campo	E-INT-FIC-019	

[Signature]
 INGENIERO MANUEL DOMÍNGUEZ MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

[Signature]
 LMSCEACH
 JORDY ORSOLA TORIBARRA PANTA
 SOC. DE SERVICIOS Y PAGOS

CALICATA 03 (C-3)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante : JOSÉ DANIEL BACA ALBINES
 Atención : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 Proyecto : EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021

Ubicación : URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO

Fecha de Entrega : Chiclayo, 17 de Mayo del 2022

Calicata : C-3

Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O	M - 1		CL A-6 (13)	Arcilla de baja plasticidad con arena Limite liquido : 33.0% Limite plastico : 16.0% Índice de plasticidad : 17.0% Humedad natural : 14.0%
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1	A B I F R T O				
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					

Observaciones:

Muestreo e identificación realizados por el solicitante

INGENIERO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.: 074-437218 /
 Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.A.



INFORME DE ENSAYO

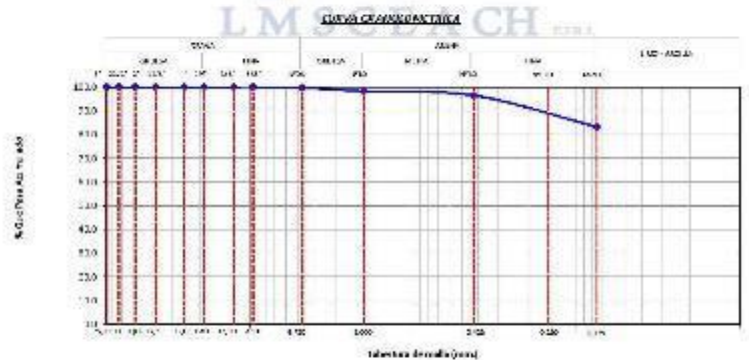
Pág. 01 de 04

SOLICITANTE: EXPANER S.A.S
ATENCIÓN: PABLO ZAPARRA GARCIA
PROYECTO: PASADIZO DE ACCESO PARA EL MANEJO DE AGUA DE REGADERA EN EL PERIMETRO DE LA ZONA DE LA ZARZA, EN EL CANTÓN DE PATATE, PROVINCIA DE GUAYAS
UBICACIÓN: ZONA DE LA ZARZA, PERIMETRO DE REGADERA EN PATATE, PROVINCIA DE GUAYAS
FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 02 de mayo de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 13 de mayo de 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
 (NORMA: MTC E-507 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural **CANTIDAD:** 0.2 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **CANTIDAD:** 60 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 04/05/2022

TAMICES (PULG)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA			
						TOTAL	100 %		
3"	76.200					% GRAVA	GRANJA GRUEJA	00 %	00 %
2 1/2"	63.000	3.0	3.0	3.0	100.0				
2"	50.000	3.0	3.0	3.0	100.0				
1 1/2"	37.500	3.0	3.0	3.0	100.0				
1"	25.000	3.0	3.0	3.0	100.0				
3/4"	19.000	3.0	3.0	3.0	100.0				
3/8"	12.500	3.0	3.0	3.0	100.0	% ARENA FINA	100 %	100 %	
20#	841.0	3.0	3.0	3.0	100.0				
40#	420.5	3.0	3.0	3.0	100.0				
60#	280.3	3.0	3.0	3.0	100.0				
75#	224.4	3.0	3.0	3.0	100.0	% LIMO	ARENA GRUEJA	01 %	16 %
100#	168.3	3.0	3.0	3.0	100.0				
150#	112.2	3.0	3.0	3.0	100.0				
200#	84.1	3.0	3.0	3.0	100.0				
250#	67.1	3.0	3.0	3.0	100.0				
300#	56.0	3.0	3.0	3.0	100.0				
400#	42.0	3.0	3.0	3.0	100.0	% LIMO MUY FINE	02 %	16 %	
500#	33.6	3.0	3.0	3.0	100.0				
600#	28.0	3.0	3.0	3.0	100.0				
750#	21.0	3.0	3.0	3.0	100.0	% LIMO MUY FINO	01 %	16 %	
1000#	14.0	3.0	3.0	3.0	100.0				
2000#	7.0	3.0	3.0	3.0	100.0	% LIMO MUY FINO	01 %	16 %	
4000#	3.5	3.0	3.0	3.0	100.0				
7500#	1.75	3.0	3.0	3.0	100.0	% LIMO MUY FINO	01 %	16 %	
15000#	0.875	3.0	3.0	3.0	100.0				



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite líquido (LL)	: 63 %
Límite plástico (LP)	: 12 %
Índice de plasticidad (PI)	: 51 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	: 27 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Unified Soil Classification	U _c =	0.60	Est. Muy
Compresibilidad	C _c =	0.207	C. Media
Índice de compresibilidad	I _c =	0.33	Est. Muy
Potencial de expansión	P _e =	0.00	Est. Muy

[Signature]
DESIGNER MANUEL SORILES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

DESCRIPCIÓN DEL SUELO:

Amplia de baja plasticidad: non aren.
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO
A-6(1)
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCSM
CL

[Signature]
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Página 02 de 04

SOLICITANTE: DORA DORA ESCOBAR
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: ESTUDIOS DE FUNDACION DE LOS EDIFICIOS DE LA LINEA 500, CALLE 500 N.º 1000, SECTOR EL CARMEN, DISTRITO DE SAN JOSE DE LIMA Y SU ENTORNO, TERCERA ETAPA DE OBRAS
UBICACIÓN: CALLE 500 N.º 1000, DISTRITO DE SAN JOSE DE LIMA, DISTRITO METROPOLITANO DE LIMA
FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 02 de marzo de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 17 de marzo de 2022

SISTEMA DE CLASIFICACION SUCS

N 200 = 88.3 LL = 35 Cu = 1.00
 N 4 = 16.4 I.P. = 21 Cc = 1.00 CLASIFICACION SUCS: CL

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION PARA SUELOS GRANULARES		
Suelos (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que 0.425 mm)	Gravas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que 2.0 mm)	GW	Suelos bien graduados, medidos gruesos, poco o ningún fino	Cu > 4 1 < Cc < 5		
		GP	Suelos pobremente graduados, medidos gruesos, poco o ningún fino	No cumple todos los requisitos de gradación para GW		
	arenas con fino (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que 0.425 mm)	GM	Suelos bien graduados, medidos gruesos y finos	Limite de Atterberg por debajo de la línea A o B o C 4	si los máximos están en la línea A o B o C 4 se considera de tipo G y se le asigna el símbolo	
		GC	Suelos mal graduados, medidos gruesos y finos	Limite de Atterberg por encima de la línea A o B o C 4		
Arenas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que 0.075 mm)	Arenas gruesas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que 0.425 mm)	SW	Arenas bien graduadas, medidos gruesos, poco o ningún fino	Cu > 5 1 < Cc < 6		
		SP	Arenas pobremente graduadas, medidos gruesos, poco o ningún fino	No cumple todos los requisitos de gradación para SW		
	Arenas con fino (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que 0.075 mm)	SM	Arenas bien graduadas, medidos gruesos y finos	Limite de Atterberg por debajo de la línea A o B o C 4	si los máximos están en la línea A o B o C 4 se considera de tipo S y se le asigna el símbolo	
		SC	Arenas mal graduadas, medidos gruesos y finos	Limite de Atterberg por encima de la línea A o B o C 4		
Arcillas (más de la mitad de la fracción fina es mayor que 0.075 mm)	Arcillas (más de la mitad de la fracción fina es mayor que 0.075 mm)	ML	limite de plasticidad menor que 17, límite de contracción menor que 17, medidos finos, o límite de liquidez menor que 17, medidos finos con poca plasticidad	1. Determinar el porcentaje de arena y grueso de la muestra quemada. 2. Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que 0.075 mm) se clasifica en uno de los tipos de arcillas: Menos de 75% - GM, SM, CL, ML Más de 75% - GM, GC, SM, SC En Su 12.4 - para suelos con requerimiento de símbolo		
		CL	arcillas inorgánicas de plasticidad alta y mediana, medidos gruesos y finos, medidos finos, o límites de liquidez y de plasticidad altos			
		OL	arcillas orgánicas de plasticidad alta y mediana, medidos gruesos y finos, medidos finos, o límites de liquidez y de plasticidad altos			
	Arcillas (más de la mitad de la fracción fina es mayor que 0.075 mm)	MH	limite de plasticidad menor que 17, límite de contracción mayor que 17, medidos finos, o límites de liquidez y de plasticidad altos			
		CH	arcillas inorgánicas de plasticidad alta y mediana, medidos gruesos y finos			
		OH	arcillas orgánicas de plasticidad alta y mediana, medidos gruesos y finos			
suelo inorgánico de plasticidad baja		U	calcular el porcentaje de arena y grueso			

OBSERVACIONES:
 1. Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
 2. Examinar cuidadosamente el material.
 3. Sección realizada por el solicitante. El muestra procede de la 5.ª etapa de obra natural.
 4. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, como la plasticidad, conductividad y recomendaciones del EMS, se le copiarán al terreno y se incluirán en el informe final.
 No podrá utilizarse en el laboratorio, para otros fines que no sean el de la obra de la que proviene. (Artículo 5.º del D.S. Nº 0011-2002-ED - Norma S-006)

INGENIERO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 Calle 500 N.º 1000, San José de Lima, Distrito Metropolitano de Lima

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.U.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Agencia de OTC

SOLICITANTE: OBT CASI ANCA RIVERA
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN DE PROPIEDADES DE FUNDACIONES DE LA UMSA POR LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN EL SIMULACRO DE CHICLAYO 2007
UBICACIÓN: URB. SAN EDUARDO Y URB. LINDO CON LA RECALZADA Y CALLETA, EN EL DISTRITO YANAHUAYAN DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: lunes, 20 de mayo de 2007 **FECHA EMISIÓN:** martes, 17 de mayo de 2007

SISTEMA DE CLASIFICACION SUCS

DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

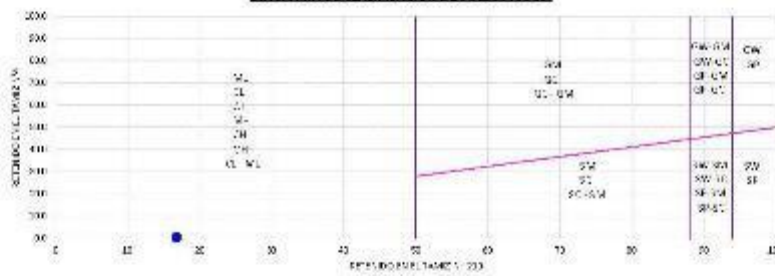
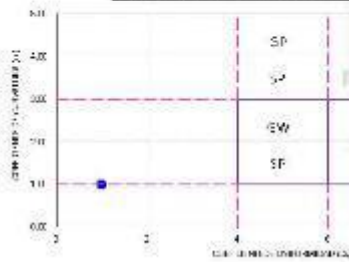
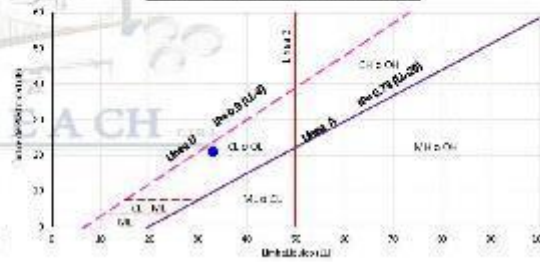


DIAGRAMA DE GRADACIÓN DE SUELOS GRUESOS



CARTA DE PLASTICIDAD PARA SUELOS FINOS



CLASIFICACIÓN SUCS: CL Arcilla de baja plasticidad con arena

OBSERVACIONES

- 1 - Muestra a disposición realizada por el cliente.
- 2 - Procedimiento realizado de acuerdo a normas.
- 3 - Según lo indicado por el procedimiento, el material procede de la superficie de terreno natural.
- 4 - Los resultados se refieren a la muestra representativa, en caso de haberse realizado más de una muestra, se tomará como resultado el promedio de los resultados, en caso de haberse realizado más de una muestra, para fines de referencia, a partir de la muestra obtenida. Sucesos de laboratorio: ninguno.

(Firma)
DESIGNER MANUEL MIGUEL MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: N° 147898

LMSCEACH
(Firma)
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.U.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pág. 04 de 07

SOLICITANTE: DPT. OBRAS PUBLICAS
ATENCIÓN: ROSALBA TORRES GARCIA
PROYECTO: TRAMO 010 Y 011 DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA INDUSTRIAL DE LA ZONA FRANCESA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO
UBICACIÓN: ZONA FRANCESA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: lunes 02 de mayo de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes 17 de mayo de 2022

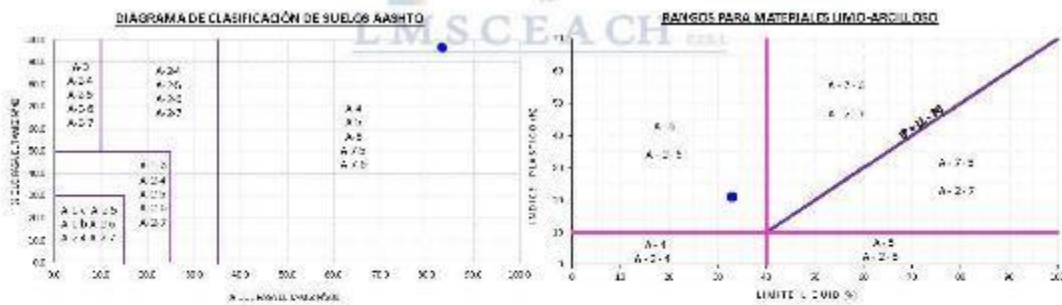
SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	MATERIALES GRANULARES (95% O MENOS DEL TOTAL PASA EL TAMIZ NO 200)								MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (MAS DEL 36% DEL TOTAL PASA EL TAMIZ NO 200)			
	A-1		A-2	A-3				A-4	A-5	A-6	A-7	
GRUPO CLASIFICACION DE SUELO	A-1.4	A-1.5	A-2.4	A-2.5	A-2.6	A-2.7	A-4	A-5	A-6	A-7.1	A-7.2	
Porcentaje de material que pasa el tamiz												
No. 10	90.0	80 max.										
No. 40	90.0	30 max.	50 max.	50 max.								
No. 200	52.0	10 max.	25 max.	20 max.	35 max.	35 max.	30 max.	35 max.	30 min.	30 min.	30 min.	
Capacidad de la Máquina para probar (Límite No. 40)												
Límite Líquido	7.5											
Índice de Plasticidad	2.1	0 max.	0 max.	0.5	0.5 max.	0.5 max.	0.5 max.	0.5 max.	0.5 max.	0.5 max.	0.5 max.	
Índice de Grupos	1R	0	0	1			4 max.	5 max.	10 max.	6 max.	10 max.	

$$[IG] = 0.2 (a) + 0.005 (a) (c) + 0.01 (b) (d)$$

a =	0.7
b =	0.7
c =	0.0
d =	11.0

IR = IR



CLASIFICACIÓN AASHTO: A-6(1) Mide

- OBSERVACIONES:**
1. Se usó el método estándar para el ensayo.
 2. No se realizó el ensayo de compactación.
 3. Se usó el método para determinar la humedad procedente de la muestra de campo.
 4. Se usó la balanza más pesada, tanto para la muestra de campo, como para el ensayo de laboratorio, de 500g, para analizar el límite líquido y plástico en el momento de la muestra. No se usó el método de los líquidos para el análisis de la muestra, y para el límite líquido y plástico de la muestra (Método C - SEC-55 Y DETERMINACIÓN - Item 5.1.9.2)

[Signature]
RODOLFO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147896

[Signature]
LMSCEACH
 ROSALBA TORRES GARCIA
 INGENIERA DE CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° 2101 - 0001 S

Pág. 01 de 01

SOLICITANTE: JOSÉ CARLOS BACA ALBINES
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIEROS CIVILES
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE TRAZADO DE PAVIMENTOS DE ACERCAMIENTO EN SUELOS DE TIPO CLAYEAS EN LA ZONA URBANA DE CHICLAYO
UBICACIÓN: LTO. SAN FELICIANO Y JAB. FEDERICO MILLARREAL LER Y 2DA ETAPA, EN EL OSTRIC Y FRONTERA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 20 de mayo de 2022 **FECHA EMISIÓN:** Martes, 27 de mayo de 2022

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
 (NORMA: MTC E-308 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural
INDICACIÓN: Inicial de terreno

CALCATA: C-3
 (Máx. 1.000 kg/m²)

MUESTRA: V-1

FECHA DE ELABORACIÓN: 25/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	1075.0 g	1075.0 g
Peso del suelo seco + tara	882.0 g	882.0 g
Peso de tara	95.5 g	95.5 g
Peso de agua	194.5 g	194.5 g
Peso de suelo seco	805.5 g	805.5 g
Contenido de agua	24.15 %	24.15 %
Promedio del contenido de agua	24.15 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 24.15 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Este estudio experimental se realizó por el solicitante.
- 2.- Proceso de realización de ensayo.
- 3.- Según lo indicado por el laboratorio, la muestra representativa de la muestra de terreno natural.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del LMS, sólo se aplican al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No pueden emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otra finalidad. Ver: LMS - SUELOS Y CIVILIZACIONES - Norma LMS-01.


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 DIRECTOR GENERAL TOMAS PARICA BUSTO
 INGENIERO CIVIL Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 S

Pág. 01 de 01

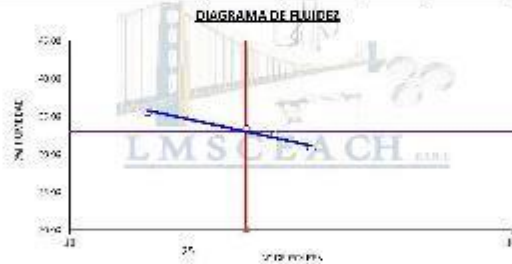
SOLICITANTE: EMPRESA INGENIERIA S.A.S.
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: EVALUACION DE PROYECTO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CURSOS SIN CALZADA EN SECCIONES DE ARRIBA DE YAGUAYAN, INGENIERIA Y ROMANA DE CHICLAYO 2022
UBICACIÓN: CALLE SAN JUAN 1001 N° 1001 DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE YAGUAYAN, PROVINCIA DE TUMBES
FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 27 de mayo de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 27 de mayo de 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
 (NORMA: MIL E 110 / E 313 / ASIM D 6306 / AASHTO T 89 / T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural **CALLEJA:** 01 **MUESTRA:** M-1
PARÁMETROS: Bata de indumentario **CANTIDAD:** 1 kg aprox **FECHA DEL ENSAYO:** 27/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-02	A-03	A-04	T-1	T-1
Número de capas	25	29	25	12		
Número de golpes	22.7	26.5	27.2	25.05	18.40	18.40
Peso de capota + suelo (g)	10.47	10.78	10.50	14.11	17.60	17.60
Peso de (g) (g)	7.04	6.92	7.21	9.21	10.40	10.5
Peso de capota (g)	3.43	3.87	3.29	4.90	7.20	7.10
Peso de suelo (g)	7.04	6.92	7.21	9.21	10.40	10.5
Porcentaje de humedad (H)	20.84	22.58	25.83	20.62	11.70	11.70



Nota:
 - El agua referida al material presente la muestra M-01

LÍMITE LÍQUIDO = 30.5 %
 LÍMITE PLÁSTICO = 12.5 %
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 21 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Material e identificación real se copió al subítem A.
- 2.- Evaluación visual del estado del suelo.
- 3.- Se aplicó el índice de plasticidad por el procedimiento de la muestra presente de la Bata de terreno natural.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, del campo de análisis, conclusiones y recomendaciones del LMS, solo se aplicaron al terreno y condiciones comprendidas en el informe. No podrán emplearse en otros trabajos, para otros sitios, o para otros tipos de obras. (Subítem B) - (MIL E 110 / E 313 / ASIM D 6306 / AASHTO T 89 / T 90)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JOSSE ORTIZ POMAPACA BACIA
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESIGNER MANUEL SORILES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Fecha: 26/03/2023

SOLICITANTE: ASOCIACION DE ALUMNOS
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERO CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OBRAS DE MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL FEDECO VILAFRANCA Y ZONA ESTADY EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2023.
UBICACIÓN: 155, PAVIMENTACIÓN DEL TERCER PASADIZO GENERAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO
PROYECTO DE OBRAS: Construcción de 2023

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

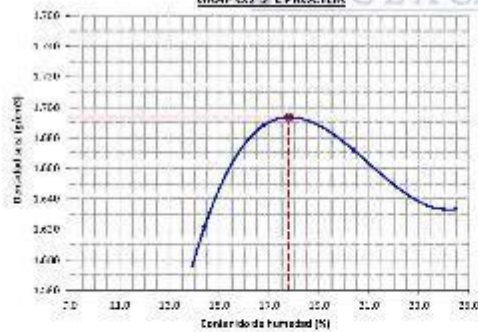
NORMA ASTM D 1557/KTJ 288-14E, PARTE D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de arena y limo (L) **CANTIDAD:** 4 **MUESTRA N.º:** 1
PROYECTO: Evaluación de laboratorio **FECHA DEL ENSAYO:** 24/03/2023

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	CANTIDAD (g)				DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO (A.6.6) EMPLEADO.				
	1	2	3	4	75µm	425µ	75µm	RET. 20µm	47.5µm
Peso del molde + muestra (g)	3252	3672	3728	3790					
Peso del molde (g)	3072	3492	3548	3610	27	20	10	0.0	0.00
Peso de la muestra (g)	180	180	180	180	5.4	0	0.0	0.0	0.00
Peso de la muestra (arena) (g)	152	152	152	152	1.8	0	0.0	0.0	0.00
Peso de la muestra (limo) (g)	28	28	28	28	3.6	0	0.0	0.0	0.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	W	W	W	W	W
Peso del molde + suelo + agua (g)	3252	3672	3672	3790					
Peso del suelo + agua + molde (g)	3480	3900	3900	4010					
Peso del agua (g)	260	260	260	260					
Peso del suelo (g)	180	180	180	180					
Peso del suelo seco (g)	171.5	171.5	171.5	171.5					
Contenido de agua (%)	15.2	15.2	15.2	15.2					
Peso del molde + suelo (g)	1670	1670	1670	1670					

GRAFICO DEL PROCESO



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - VTR 315.130)

CLASIFICACIÓN:
 AASHO: A-4
 SUELO: CL
DESCRIPCIÓN:
 Arena de bajo contenido de arcilla

DENSIDAD MÁXIMA SECA: 1.694 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 17.75 %

[Signature]
 DESIGNER MANUEL ROSALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 147896

[Signature]
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante : JOSÉ DANIEL BACA ALBINES
 Atención : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 Proyecto : "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO. 2021"

Ubicación : URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO

Fecha de Entrega : Chiclayo, 17 de Mayo del 2022

Calicata : C-4
 Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		CL A-6 (12)	Arilla de baja plasticidad con Arena Limite liquido : 34.0% Limite plástico : 15.0% Índice de plasticidad : 19.0% Humedad natural : 21.0%
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					

Observaciones:

Muestra e identificación realizados por el solicitante

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 DIRECTOR GENERAL ROMARICA DURAN
 INGENIERO CIVIL

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.: 074-437218 /
 Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pág. 01 de 01

SOLICITANTE: JOSE DANIEL GARCIA MILES
ATENCIÓN: INGENIERO CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA SAN JOSÉ Y VÍA EL PEDREGAL HILARIAL BELTRÁN EN EL DISTRITO YIRIKANCHA DE CHICLAYO, 2022

UBICACIÓN: VÍA SAN JOSÉ Y VÍA EL PEDREGAL HILARIAL BELTRÁN EN EL DISTRITO YIRIKANCHA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: 11 de mayo de 2022

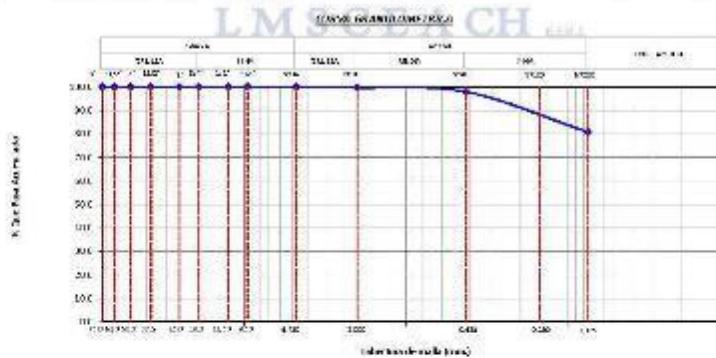
FECHA EMISIÓN: martes, 17 de mayo de 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
 (NORMA: NTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 89)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: N.º de identificación: 0000000104 **MUESTRA:** 104
PROVENIENCIA: Nombre del cliente: LMSCEACH S.A.S. **FECHA DE EMISIÓN:** 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
	(PULG.)					(mm)	TOTAL	GRASA
	3"	72.000						
	2 1/2"	66.000	0.0	0.0	100.0	% GRASA	00 %	00 %
	2"	63.000	0.0	0.0	100.0			
	1 1/2"	57.000	0.0	0.0	100.0			
	1"	51.000	0.0	0.0	100.0			
	3/4"	48.000	0.0	0.0	100.0			
	1/2"	47.000	0.0	0.0	100.0			
	3/8"	9.900	0.0	0.0	100.0	% ARENA	00 %	19 %
	1/4"	6.900	0.0	0.0	100.0			
	Nº10	7.950	0.0	0.0	100.0	% FINO	00 %	81 %
	Nº20	2.900						
	Nº30	2.000	1.3	0.3	99.7			
	Nº40	1.190						
	Nº60	0.850	3.6	0.9	95.5			
	Nº80	0.600						
	Nº100	0.425	5.8	0.9	97.5			
	Nº150	0.300	1.2	1.1	95.5			
	Nº200	0.150	18.4	4.0	92.0			
	Nº250	0.075	7.7	1.9	93.5			
	Nº300	0.075	39.4	9.9	89.2			
	Nº425	0.000	99.7	100.0	0.0	% IMPERMEABLE	00 %	00 %



ENSAYO DE LÍMITE DE ATENUEO:

Límite Líquido (LL)	: 51 %
Límite Plástico (LP)	: 15 %
Índice de Plasticidad (IP)	: 19 %

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL: : 21 %

Análisis de las constantes físicas de las suelas:

Índice de Liquidez de la Arena	IL =	0.58	Est. Plástico
Índice de Plasticidad	IP =	0.15	Cl. Medio
Índice de consistencia	CI =	0.67	Delamable
Tamaño de Expansión			5 Medio

(Firma)
DISEÑER MANUEL GARCÍA MILES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR. N° 147698

DESCRIPCIÓN DEL SUELO:

Ampliar la especificación con comentario	
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO:	M-10
U-6-0-2-1	
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS:	CL

(Firma)
LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 5

Pág. 01 de 01

SOLICITANTE: UNIV. DANIEL BAZZARIN
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROYECTO AD. D.S. NO. 01 FOMENTO DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL Y ZONA LIMPA EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2022
UBICACIÓN: URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL Y ZONA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: lunes, 20 de febrero de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 17 de febrero de 2022

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
 (NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

CALCATA: C4

MUESTRA: V-L

CANTIDAD: 60 kg aprox.

FECHA DEL ENSAYO: 04/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del Suelo + Ombra + tara	1383.0 g.	1383.0 g.
Peso del suelo seco + tara	994.0 g.	994.0 g.
Peso de tara	50.0 g.	50.0 g.
Peso de agua	175.0 g.	175.0 g.
Peso de suelo seco	514.0 g.	514.0 g.
Contenido de agua	21.36 %	21.36 %
Promedio del contenido de agua	21.36 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 21.36 %

OBSERVACIONES:

1.- Muestra identificada en el expediente solicitante.

2.- Provisión realizada a cargo del cliente.

3.- Según lo indicado por el particular, la muestra procede de la Suelo de terreno natural.

4.- La muestra se almacenó en bolsas de plástico azul con un tamaño y capacidad mínimas del 10%, en un lugar seco y ventilado con protección al ingreso de humedad ambiental, evitando así la contaminación, a ser posible, en un recipiente de plástico azul de 10 L y 100 ml (PMB - Norma E.06).


 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147890


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 EMPRESA INTEGRAL PARA LA OBTENCIÓN DE SERVICIOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Página 11 de 11

SOLICITANTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO
ATENCIÓN: OFICINA DE INGENIERÍA
PROYECTO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO MULLER EN LAS CALLES 126A Y 127A EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO
UBICACIÓN: URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO MULLER CALLES 126A Y 127A EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO
FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 26 de junio de 2023 **FECHA EMISIÓN:** Lunes, 27 de junio de 2023

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/yc³)).

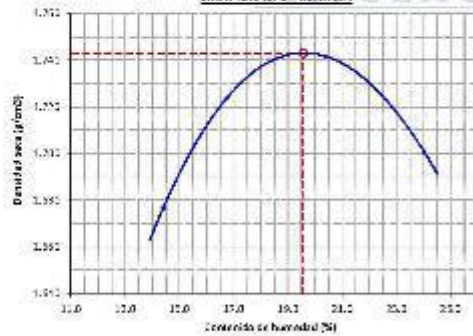
NORMA: NTC E 115 / NTP 359.143 / ASTM D 3557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Chiclayo
 DESCRIPCIÓN: Material de base
 LABORATORIO: LMSCEACH
 MUESTRA: M-1
 OBJETIVO: ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	LABORATORIO				DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B, C) EMPLEADO				
	1	2	3	4	TAM. 75	75	4.75	4.75	200
Peso del suelo húmedo (g)	5628	5718	5728	5811	7	0.7	0.7	0.7	100.0
Peso del suelo seco (g)	4902	4811	4801	4902	0.9	0	0	0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4670	4610	4496	4604	0.9	0	0	0	100.0
Peso del suelo seco compactado (g)	4017	3970	3971	4017	0.9	0	0	0	100.0
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.138	1.013	1.007	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4				
Peso del suelo húmedo (g)	161.5	147.5	147.7	161.5	Elige				
Peso del suelo seco (g)	144.0	131.9	131.9	144.0	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: A				
Peso del agua (g)	17.5	15.6	15.8	17.5	MOLDE UTILIZADO (g): 14				
Peso del agua (%)	11.2	10.6	10.7	10.8	MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN: US				
Peso del agua seco (g)	144.0	131.9	131.9	144.0	MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN: US				
Contenido de agua (%)	11.8	10.6	10.6	11.8	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO: Manual				
Peso del agua seco (g/cm ³)	1.000	1.000	1.000	1.000	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO UTILIZADO: Manual				

GRÁFICO DE PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM G 2498 - MTP 359.143)

CLASIFICACIÓN:
 AAS: US
 EUS: CL
 DESCRIPCIÓN:
 Arena de base plástica con arena

DENSIDAD MÁXIMA SECA: 1.745 g/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 19.57 %

[Signature]
 RESGNER MARQUEL SORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

[Signature]
LMSCEACH
 LABORATORIO TECNOLÓGICO E.I.R.L.
 OFICINA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Form. 01/06/10

SOLICITANTE: EMPRESA PERUANA S.A.
ATENCIÓN: GERENTE DE OPERACIONES
PROYECTO: PROYECTO DE MEJORA DEL SERVICIO DE AGUAS POTABLES EN LA ZONA DE SERVICIO DE AGUAS POTABLES DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y DISTRITO DE SAN JERÓNIMO
UBICACIÓN: ZONA DE SERVICIO DE AGUAS POTABLES DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y DISTRITO DE SAN JERÓNIMO
FECHA RECEPCIÓN: 05/05/2022 **FECHA EMISIÓN:** 06/05/2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MIC 6.150, basada en la Norma ASTM D 1557 y ASTM 1 293

REFERENCIA DE LA MUESTRA:
TIPO DE CARGA: Carga de Rodillos **CARGA A 100:** 100 kg **MOLDE NO.:** M1
PRESENTACIÓN: Arena de Rodillos **FECHA DE ENSAYO:** 04/05/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN														
# Molde			4		5		6										
# Carga			3		5		3										
# Repeticiones			15		15		15										
CONDICIÓN DE LA MUESTRA			embalsado	Estanoso	Se Desmenuza	Estanoso	Se Desmenuza	Estanoso									
Peso (kg) + Suelo (Medio) (g)			7949	7746	7725	7707	8124	7911									
Peso de suelo (g)			3479	3473	3382	3381	3329	3023									
Peso de agua (Medio) (g)			446	461	479	461	419	484									
Peso de agua (Medio) (Medio)			213	231	239	231	210	242									
Peso de agua (Medio) (Medio)			233	230	240	230	209	242									
Densidad (Medio) (g/cm ³)			1.771	1.741	1.728	1.706	1.577	1.564									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD														
# Molde																	
Tara - Suelo (Medio) (g)			293	3079	317	3069	316	3960									
Tara - Suelo (Medio) (g)			712	4269	1082	4248	1302	4170									
Peso del Agua (g)			77	38	34	237	28	238									
Peso del Suelo (g)			290	291	412	412	416	291									
Peso del agua (Medio) (g)			482	3764	852	3660	876	2345									
Peso (kg) (Medio) (Medio)			19.2	27.7	12.6	17.0	19.6	27.1									
FECHA	HORA	TIEMPO (hr.)	EXPANSIÓN														
			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN					
						Reg.	%				Reg.	%			Reg.	%	
05/05/2022	11:7	0	0.0	0.190	0.1	0.0	0.170	0	0.0	0.170	0						
05/05/2022	11:8	24	0.1	0.210		0.170	0.210		0.1	0.170		0.12					
05/05/2022	11:9	48	0.2	0.240		0.170	0.250		0.2	0.170		0.12					
05/05/2022	11:1	72	0.2	0.270		0.170	0.270		0.2	0.170		0.12					
05/05/2022	11:2	96	0.2	0.280		0.170	0.280		0.2	0.170		0.12					
			0.66	total	1.24		total	1.91	0.66	total	1.24	1.24	total	1.24			
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA			MOLDE NO. 4			MOLDE NO. 5			MOLDE NO. 6					
	Min.	Seg.	kg/cm²			CARGA			CORRECCIÓN			CARGA			CORRECCIÓN		
			L. Digito	kgf	kg/cm²	%	L. Digito	kgf	kg/cm²	%	L. Digito	kgf	kg/cm²	%	L. Digito	kgf	kg/cm²
0.00	0.00	0.000	0	0			0	0			0	0		0	0		
0.00	0.00	0.025	10	32			14	22			10	30		10	30		
0.00	0.00	0.100	43	95			22	35			20	31		20	31		
0.00	0.00	0.200	71	157			33	51			30	47		30	47		
0.00	0.00	0.500	103	219	44	5.0	55	84	3.8	4.3	54	84	2.0	44	66	2.0	44
0.00	0.00	0.750	124	269			72	119			66	101		66	101		
0.00	0.00	0.100	136	294			81	125			75	113		75	113		
0.00	0.00	0.200	146	313	25	2.0	106	159	3.2	3.7	82	124	1.8	82	124	1.8	4.0
0.00	0.00	0.500	156	336			110	168			100	154		100	154		
0.00	0.00	0.750	172	365			124	190			116	173		116	173		
0.00	0.00	0.500	181	389			132	197			124	181		124	181		

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LMSCEACH
 INGENIERO GENERAL TOMAS PARICA PARICA
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.A.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Fig. 102 de 102

SOLICITANTE: ASOCIACION DE EMPRESARIOS DEL PERU
ATENCIÓN: ASOCIACION DE EMPRESARIOS DEL PERU
PROYECTO: TUNELADO, CEMENTACION DE LOS DUCTOS EXISTENTES USANDO LA UNIDAD DE EMULSION Y ASFALTO CHICLAYO, EN LA CARRETERA TONTOCORONADO - TUMBURAY, DEPARTAMENTO DE TUMBURAY, REGION TUMBURAY, PERU.

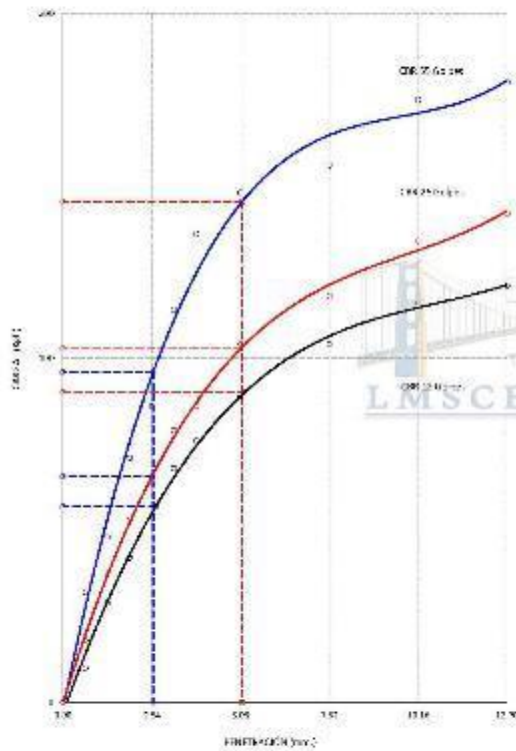
UBICACIÓN: Tumburay, 22 de mayo de 2022
FECHA RECEPCIÓN: Tumburay, 27 de mayo de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 103, basado en la Norma ASTM D-1583 y AGRI 10 T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA:
IDENTIFICACION: Suelo de base natural

107 15.0111 1497 04/05/2022

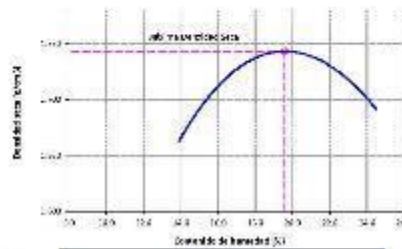
GRAFICO CURVA DE PRESTACION



CATEG. SUELO	FRACTURA (%)	FRACTURA (%)		25 COUPES CURTICAL Cb		50 COUPES CURTICAL Cb		100 COUPES CURTICAL Cb	
		mm	g/g	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
70	224	1.1	4.4	3.0	1.2	4.0	2.0	4.1	
50	118	1.2	2.5	7.0	1.2	7.0	1.0	1.5	

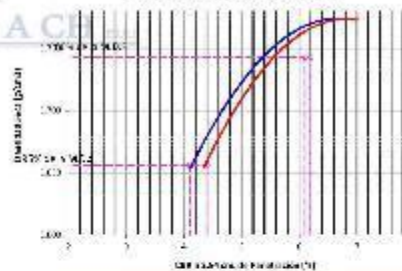
[Signature]
BESNER MANDU BOWLES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147899

GRAFICO DE HUMEDAD



Valor del Factor	
W _L (límite líquido %)	70
W _P (límite plástico %)	17.44
Índice de Plasticidad (PI)	52.56

GRAFICO CURVA DE DETERMINACION DEL CBR



Muestra de Suelo	Cantidad (kg)	W _p	
		0.50 cm	0.25 cm
55	1.75 kg	0.9 %	1.1 %
57	1.50 kg	1.8 %	1.1 %
52	1.50 kg	4.1 %	4.2 %

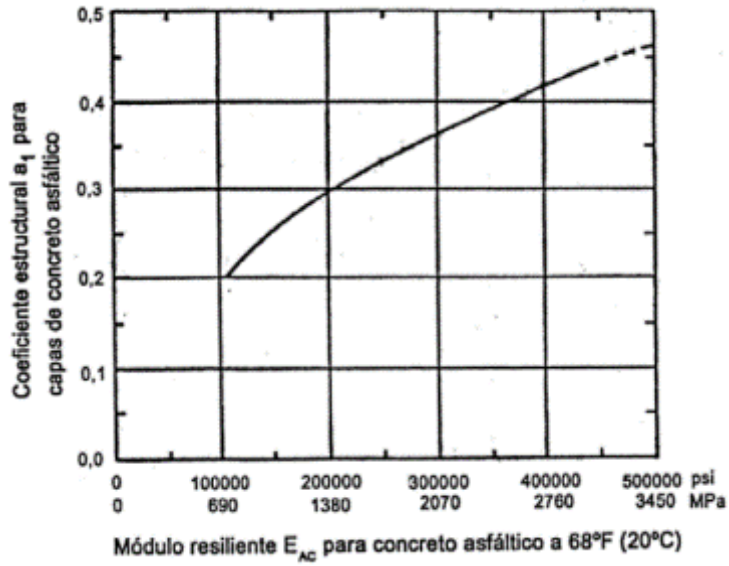
RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

valor del CBR de Prestacion:	0.17	0.27
valor del CBR de Diseño:	2.50 cm	0.50 cm
CBR al 25 golpes:	6.2 %	6.1 %
CBR al 50 golpes:	4.1 %	4.1 %
Coeficiente de Variación:	Suave	

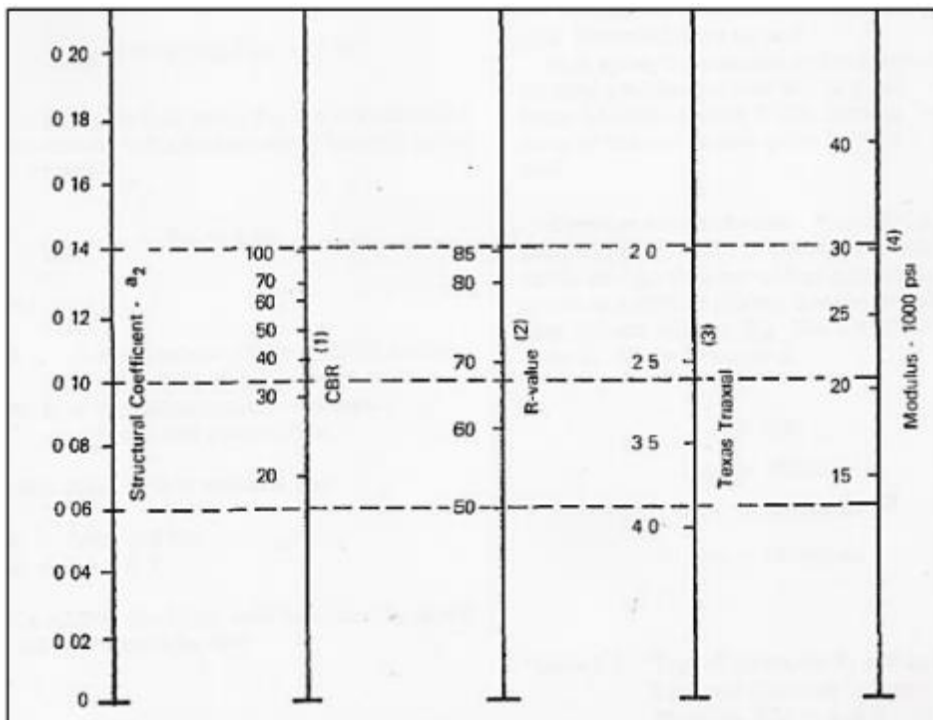
[Signature]
LMSCEACH
 JOSE PEREZ TOMARAGUE PARTA
 ING. DE SUELOS Y FUNDACIONES

ANEXO 04: ABACOS USADOS PARA DISEÑAR UN PAVIMENTO FLEXIBLE

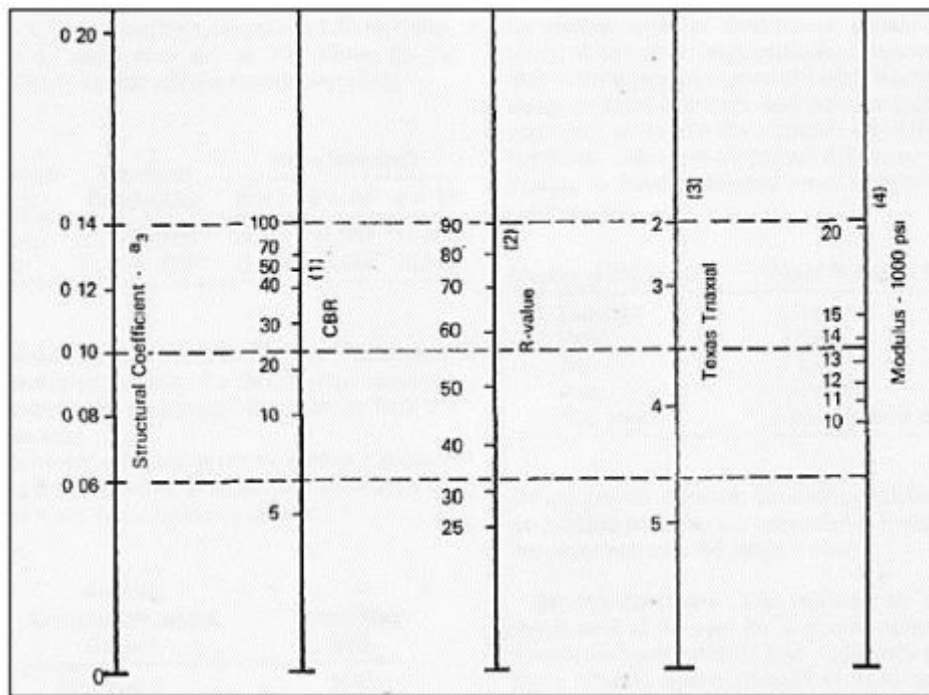
Coefficiente estructural de la capa asfáltica en función del módulo resiliente



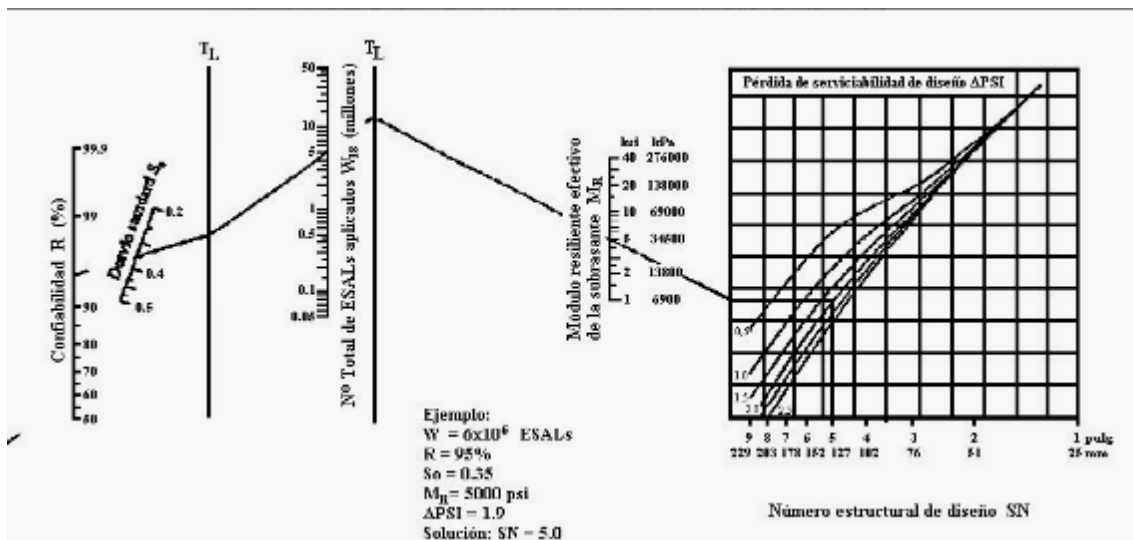
Relación entre el coeficiente estructural para una base granular (a₂) y diversos parámetros resistentes



Relación entre el coeficiente estructural para una subbase granular (a_3) y diversos parámetros resistentes




Abaco de diseño AASHTO




ANEXO 05: ANALISIS ECONOMICO

Pavimento flexible convencional

Planilla de metrados para el pavimento flexible convencional


PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE										
TESIS: EVALUACION Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo					
UBICACION: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE ESTUDIANTE: BACA ALBINES, José Daniel FECHA: 2021 - 2022										
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	DIMENSIONES			AREA	VOLUMEN	PARCIAL	METRADO
				LONG.	ANCHO	ALTURA				
01	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA Calle Amada y 7 de Enero de Sta	m3		1.00	618.12	9.00	5563.08	2447.76	2447.76	2447.76
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE.	m3	3059.69	1.73				3059.69	3059.69	3059.69
01.02	SUB BASE Y BASE									
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m2		1.00	618.12	9.00	5563.08	5563.08	5563.08	5563.08
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.20 m.	m2		1.00	618.12	9.00	5563.08	5563.08	5563.08	5563.08
01.02.05	BASE GRANULAR E = 0.15m	m2		1.00	618.12	9.00	5563.08	5563.08	5563.08	5563.08
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA Calle Amada y 7 de Enero de Sta	m2		1.00	618.12	9.00	5563.08	5563.08	5563.08	5563.08
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm. Calle Amada y 7 de Enero de Sta	m2		1.00	618.12	9.00	5563.08	5563.08	5563.08	5563.08

Resumen de planilla de metrados del pavimento flexible no reforzado

RESUMEN PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE									
TESIS: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo				
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE ESTUDIANTE: BACA ALBINES, José Daniel FECHA: 2021 - 2022									
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO						
01	PAVIMENTO FLEXIBLE								
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA	m3	2447.76						
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3059.69						
01.02	SUB BASE Y BASE								
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m2	5563.08						
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.20 m.	m2	5563.08						
01.02.05	BASE GRANULAR E = 0.15m	m2	5563.08						
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE								
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	5563.08						
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.	m2	5563.08						


Partida	01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.				
Rendimiento :	820.00 m ² /día		Costo Unitario directo por: m ²			60.77
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
OPERARIO		hh	8.0000	0.0780	23.46	1.83
OFICIAL		hh	1.0000	0.0098	18.56	0.18
PEON		hh	10.0000	0.0976	16.78	1.64
						3.65
	Materiales					
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (PUESTA EN OBRA)		m ³		0.0975	515.20	50.23
						50.23
	Equipos					
HERRMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.99	0.06
RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T		hm	1.0000	0.0098	165.00	1.61
RODILLO NEUMATICO AUTOP. 127 HP 8-23 TON		hm	1.0000	0.0098	165.00	1.61
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 y d3		hm	1.0000	0.0098	150.00	1.46
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'		hm	1.0000	0.0098	220.00	2.15
						6.89

Presupuesto

PRESUPUESTO - PAVIMENTO FLEXIBLE						
TESIS:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE					
ESTUDIANTE:	BACA ALBINES, José Daniel					
FECHA:	2021 - 2022					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	TOTAL
01	PAVIMENTO FLEXIBLE					
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					64143.04
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m ³	2497.76	6.13	15496.60	
01.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	3039.69	12.90	48668.44	
01.02	SUBBASE Y BASE					282568.86
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m ²	5563.08	2.97	16536.26	
01.02.02	SUBBASE GRANULAR E = 0.20 m.	m ²	5563.08	21.15	117651.91	
01.02.05	BASE GRANULAR E = 0.15m	m ²	5563.08	26.67	148380.69	
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE					410193.21
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m ²	5563.08	12.96	72124.08	
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.	m ²	5563.08	80.17	338089.13	
					COSTO DIRECTO :	S/ 756,905.11
					GASTOS GENERALES :	S/ 75,690.51
					SUB TOTAL :	S/ 832,595.62
					IGV 18% :	S/ 149,867.21
					PRESUPUESTO TOTAL :	S/ 982,462.83

Pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida uniaxial GUX-30


Planilla de metrados del Pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida uniaxial GUX-30

PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE										
TEMA:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021				UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE									
ESTUDIANTE:	BACA ALBINES, José Daniel									
FECHA:	2021 - 2022									
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	DIMENSIONES			AREA	VOLUMEN	PARCIAL	METRADO
				LONG	ANCHO	ALTURA				
01	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA Calle Arriola y 7 de Traves de San	m ³	1.00	618.12	9.00	0.38		2086.16	2086.16	2086.16
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	22					2086.16	2607.69	2607.69
01.02	SUB BASE Y BASE									
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m ²	1.00	618.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.15 m.	m ²	1.00	618.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m	m ²	1.00	618.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDA UNIAXIAL Calle Arriola y 7 de Traves de San Traslape transversal (45 cm) Traslape longitudinal (35 cm)	m ²	1.00	618.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA Calle Arriola y 7 de Traves de San	m ²	1.00	618.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm. Calle Arriola y 7 de Traves de San	m ²	1.00	618.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08

Resumen de planilla de metrados del pavimento flexible reforzado con geomalla uniaxial

RESUMEN PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO										
TESIS:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021				UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE									
ESTUDIANTE:	BACA ALBINES, José Daniel									
FECHA:	2021 - 2022									
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO							
01	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA	m ³	2086.16							
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	2607.69							
01.02	SUB BASE Y BASE									
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m ²	5563.08							
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.15 m.	m ²	5563.08							
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m	m ²	5563.08							
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDA UNIAXIAL GUX-30	m ²	5563.08							
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m ²	5563.08							
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.	m ²	5563.08							


Presupuesto del pavimento reforzado con geomalla uniaxial

PRESUPUESTO - PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO CON GEOMALLA UNIAxIAL GUX-30			
TESIS:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL IER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
ESTUDIANTE:	BACA ALBINES, José Daniel		
FECHA:	2021 - 2022		

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	TOTAL
01	PAVIMENTO FLEXIBLE					
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					54667.37
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m ³	2086.16	6.33	13207.33	
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	2607.60	15.90	41460.04	
01.02	SUB BASE Y BASE					290189.73
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m ²	3363.08	2.97	10316.26	
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.15 m.	m ²	3363.08	13.89	88245.78	
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m	m ²	5563.08	26.67	148380.69	
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDA UNIAxIAL	m ²	5563.08	6.71	37327.00	
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE					410193.21
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m ²	5563.08	12.96	72124.06	
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 5 cm.	m ²	3363.08	60.77	338069.15	
					COSTO DIRECTO :	S/ 755,350.30
					GASTOS GENERALES :	S/ 75,535.03
					SUB TOTAL :	S/ 830,885.33
					IGV 18% :	S/ 149,559.36
					PRESUPUESTO TOTAL :	S/ 980,444.69

Pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida biaxial P-BX 3030

Planilla de metrados del pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida biaxial P-BX 3030

PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO										
TESIS: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO								
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE ESTUDIANTE: BACA ALBINES, José Daniel FECHA: 2021 - 2022										
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	DIMENSIONES			AREA	VOLUMEN	PARCIAL	METRADO
				LONG.	ANCHO	ALTURA				
01	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA Calle Aranda y 7 de Enero de Sur	m3		1.00	818.12	3.00	2454.36	2086.16	2086.16	2086.16
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE.	m3	PE 1.73					2086.16	2607.69	2607.69
01.02	SUB BASE Y BASE									
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m2		1.00	818.12	3.00	5563.08		5563.08	5563.08
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.15 m.	m2		1.00	818.12	3.00	5563.08		5563.08	5563.08
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m	m2		1.00	818.12	3.00	5563.08		5563.08	5563.08
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDAS BIAXIAL P-BX 3030 Calle Aranda y 7 de Enero de Sur	m2		1.00	818.12	3.00	5563.08		5563.08	5563.08
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA Calle Aranda y 7 de Enero de Sur	m2		1.00	818.12	3.00	5563.08		5563.08	5563.08
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 7.5 cm. Calle Aranda y 7 de Enero de Sur	m2		1.00	818.12	3.00	5563.08		5563.08	5563.08

Resumen de planilla de metrados del pavimento flexible reforzado con geomalla biaxial

RESUMEN PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO										
TESIS: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO								
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE ESTUDIANTE: BACA ALBINES, José Daniel FECHA : 2021 - 2022										
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO							
01	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA	m3	2086.16							
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2607.69							
01.02	SUB BASE Y BASE									
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m2	5563.08							
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.15 m.	m2	5563.08							
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m	m2	5563.08							
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDAS BIAXIAL P-BX 3030	m2	5563.08							
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	5563.08							
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 7.5 cm.	m2	5563.08							

Presupuesto del pavimento reforzado con geomalla biaxial


PRESUPUESTO PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO CON GEOMALLA BIAxIAL P BX 3030			
TESIS:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVILLO	 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogroviño
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
ESTUDIANTE:	BACA ALBENES, José Daniel		
FECHA:	2021 - 2022		

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	TOTAL
01	PAVIMENTO FLEXIBLE					
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					54667.37
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m3	2086.16	6.33	13207.33	
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2607.69	15.90	41460.04	
01.02	SUB BASE Y BASE					294560.23
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m2	2563.08	2.97	16536.26	
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.15 m.	m2	2563.08	15.86	88245.78	
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m	m2	2563.08	26.67	148380.69	
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDAS BIAxIAL P BX 3030 PAVCO	m2	2563.08	7.44	41397.50	
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE					410193.21
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	2263.08	12.96	72124.08	
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 7.5 cm.	m2	2263.08	60.77	338009.13	

COSTO DIRECTO : S/ 759,420.81
 GASTOS GENERALES : S/ 75,942.08
 SUB TOTAL : S/ 835,362.89
 IGV 18% : S/ 150,365.32
PRESUPUESTO TOTAL : S/ 985,728.21

Pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida triaxial TENSAR TX7

Planilla de metrados del pavimento flexible reforzado mediante la incorporación de una geomalla coextruida triaxial TENSAR TX7

PLANILLA DE METRADOS PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO CON GEOMALLA TRIAXIAL TENSAR TX7										
TESIS: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO				 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo				
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE ESTUDIANTE: BACA ALBINES, José Daniel FECHA: 2021 - 2022										
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	DIMENSIONES			AREA	VOLUMEN	PARCIAL	METRADO
				LONG.	ANCHO	ALTEZA				
01	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA Calle Arzobispo y 7 de Enero de Sur	m3	1.00	518.12	3.00	0.20		1808.00	1808.00	1808.00
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	FE 1.75					1808.00	3740.00	2260.00
01.02	SUB BASE Y BASE									
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m2	1.00	518.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.10 cm.	m2	1.00	518.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m	m2	1.00	518.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDA TRIAXIAL TENSAR TX7 Calle Arzobispo y 7 de Enero de Sur	m2	1.00	518.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA Calle Arzobispo y 7 de Enero de Sur	m2	1.00	518.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm. Calle Arzobispo y 7 de Enero de Sur	m2	1.00	518.12	9.00		5563.08		5563.08	5563.08

Resumen de planilla de metrados del pavimento flexible reforzado con geomalla triaxial

RESUMEN PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO CON GEOMALLA TRIAXIAL TENSAR TX7										
TESIS: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO				 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo				
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE ESTUDIANTE: BACA ALBINES, José Daniel FECHA: 2021 - 2022										
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO							
01	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA	m3	1808.00							
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2260.00							
01.02	SUB BASE Y BASE									
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m2	5563.08							
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E = 0.10 m.	m2	5563.08							
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m	m2	5563.08							
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDA TRIAXIAL TENSAR TX7	m2	5563.08							
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE									
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	5563.08							
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.	m2	5563.08							

Presupuesto del pavimento reforzado con geomalla triaxial

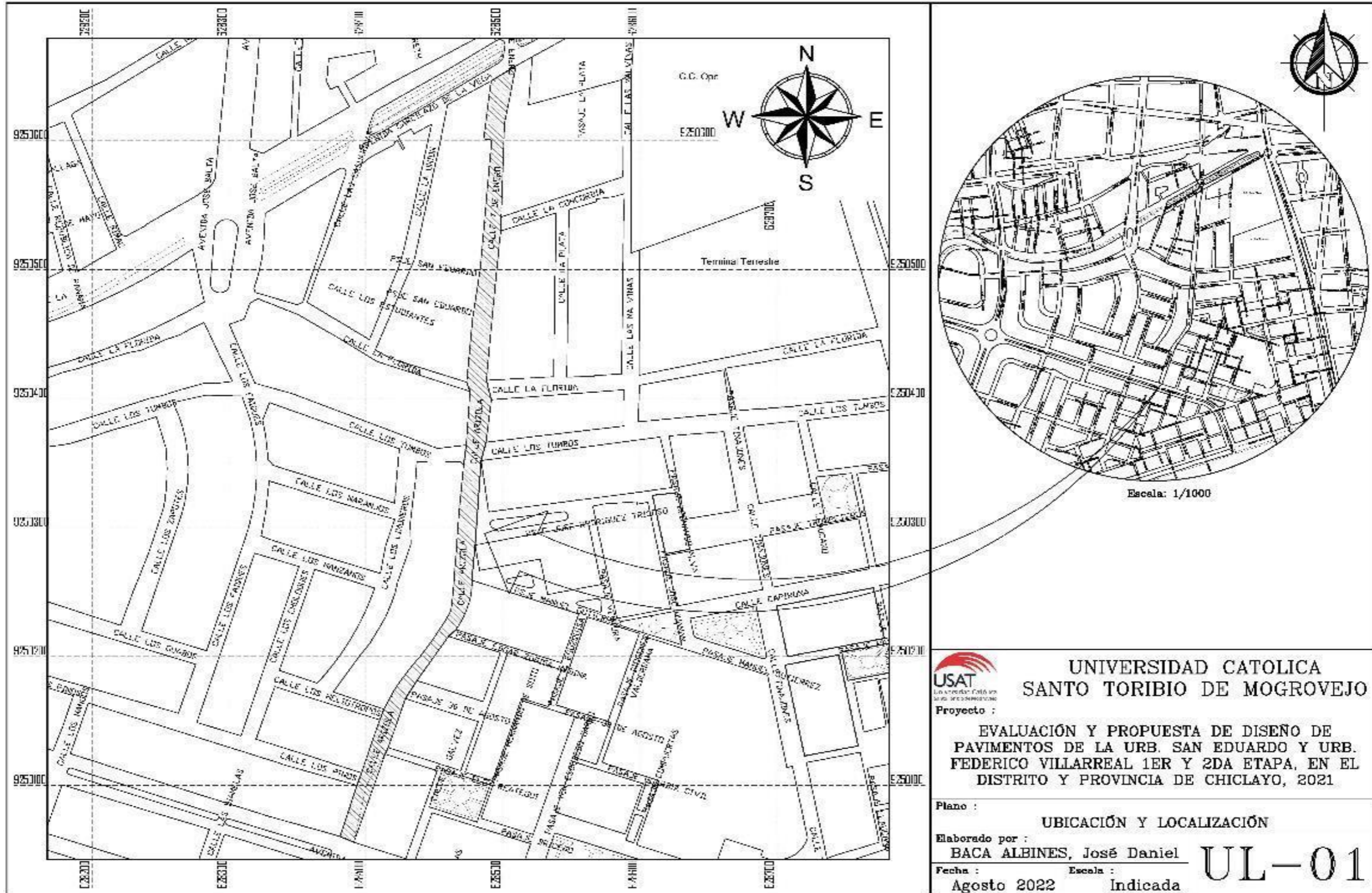
PRESUPUESTO PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO CON GEOMALLA TRIAXIAL TENSAR TX7			
TESIS:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
ESTUDIANTE:	BACA ALEÑES, José Daniel		
FECHA:	2021 - 2022		

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	TOTAL
01	PAVIMENTO FLEXIBLE					
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					47378.38
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m ³	1808.00	6.33	11446.35	
01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	2380.00	15.90	35932.05	
01.02	SUBBASE Y BASE					203776.34
01.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m ²	5563.08	2.97	16536.26	
01.02.02	SUBBASE GRANULAR E = 0.10m.	m ²	5563.08	11.26	62663.37	
01.02.03	BASE GRANULAR E = 0.15m.	m ²	5563.08	26.67	148310.69	
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA COEXTRUIDA TRIAXIAL TENSAR TX7	m ²	5563.08	6.51	36196.02	
01.03	PAVIMENTO FLEXIBLE					410193.21
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m ²	5563.08	12.96	72124.06	
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E= 7.5 cm.	m ²	5563.08	60.77	338069.15	

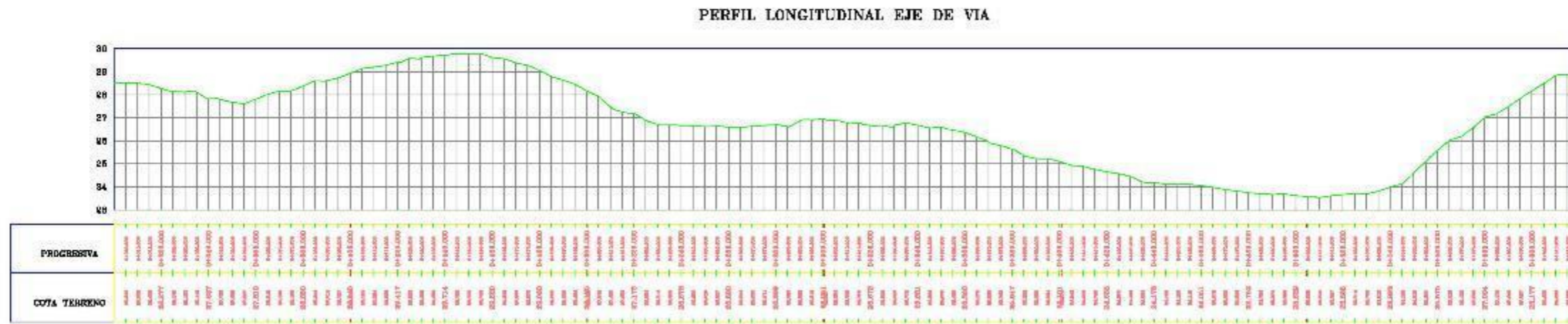
COSTO DIRECTO : S/ 721,347.93
 GASTOS GENERALES : S/ 72,134.79
 SUB TOTAL : S/ 793,482.73
 IGV 18% : S/ 142,826.89
PRESUPUESTO TOTAL : S/ 936,309.62

ANEXO 06: PLANOS

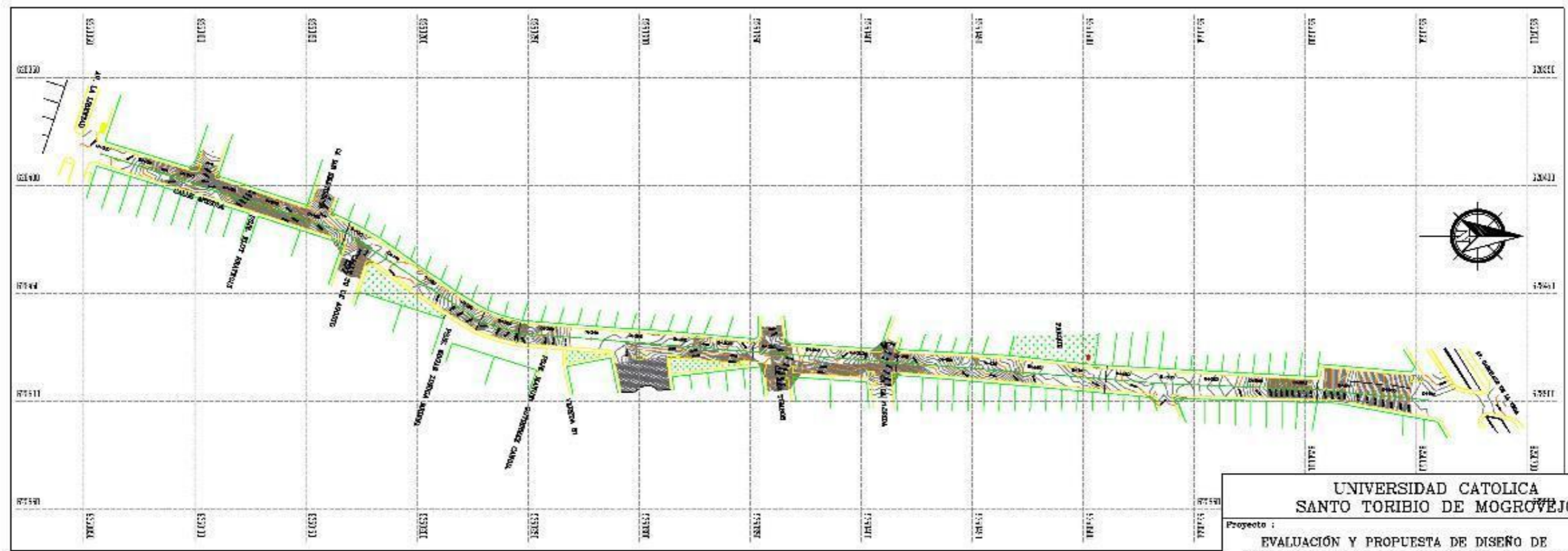
1. Ubicación y localización



2. Topográfico



PERFIL LONGITUDINAL CALLE ARIZOLA - 7 DE ENERO SUR
Escala: 1/1250



PLANTA TOPOGRAFICA
Escala: 1/1250

**UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

Proyecto :
EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA URB. SAN EDUARDO Y URB. FEDERICO VILLARREAL 1ER Y 2DA ETAPA, EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CHICLAYO, 2021

Plano :
PLANO TOPOGRÁFICO

Elaborado por :
BACA ALBINES, José Daniel

Fecha :
Agosto 2022

Escala :
Indicada

PT-01