



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Diseño De Pavimento Flexible Con El Uso De Geomallas en la
carretera del Centro Poblado de Llactash, Independencia,
Huaraz- 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Caballero Obregon, Oscar (ORCID: 0000-0003-4927-083X)

Yauri Jaimes, Katherine (ORCID: 0000-0003-4055-0085)

ASESOR:

Ing. Marín Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ-PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos el haber llegado hasta estas instancias tan importante de nuestra formación profesional. A nuestros padres, por brindarnos su apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida universitaria a nuestros hermanos quienes nos impulsaron a luchar por nuestras metas, pasando obstáculos tras obstáculos con entusiasmo, perseverancia y constancia. A toda nuestra familia que nos brindaron su apoyo en todo momento, que con sus buenos deseos y ayuda mutua logramos cumplir una meta más en la vida.

Agradecimiento

El presente trabajo de investigación ha contado con el apoyo del Ing. Marín Cubas Percy, por ello queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento por su asesoramiento así también aplaudimos su dedicación y entrega en la docencia.

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5.Procedimiento	16
3.6.Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos	17
IV.RESULTADOS.....	18
V.DISCUSIÓN	43
VI.CONCLUSIONES	47
VII.RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Índice medio diario semanal.....	20
Tabla 2. Índice medio diario anual (IMDA).....	21
Tabla 3. Factor Vehículo Pesado (fvp).....	22
Tabla 4. Numero de ejes equivalentes.....	22
Tabla 5. Resumen PBI- Ancash.....	23
Tabla 6. Resumen Parque Vehicular por Departamento.....	23
Tabla 7. Crecimiento parque vehicular Ancash.....	24
Tabla 8. Factor de crecimiento de trafico.....	24
Tabla 9. Nrep de Ejes Equivalentes.....	25
Tabla 10. Peso de la muestra de cada calicata.....	25
Tabla 11. Análisis Granulométrico por Tamizado.....	26
Tabla 12. Clasificación de suelos según AASHTO y SUCS.....	26
Tabla 13. Límites de Atterberg.....	27
Tabla 14. Contenido de Humedad de Suelo.....	27
Tabla 15. Ensayo de Proctor Modificado y CBR.....	28
Tabla 16. Valor de CBR de cada una de las calicatas realizadas.....	29
Tabla 17. CBR crítico.....	29
Tabla 18. Confiabilidad.....	30
Tabla 19. Coeficiente estadístico de la desviación estándar.....	30
Tabla 20. Índice de serviciabilidad inicial.....	31
Tabla 21. Índice de serviciabilidad final.....	31
Tabla 22. Variación de serviciabilidad final.....	32
Tabla 23. Coeficiente estructural de las capas del pavimento.....	35
Tabla 24. Coeficiente de drenaje.....	35
Tabla 25. Comparación de los espesores del pavimento flexible.....	41
Tabla 26. Estudio de tráfico Vehicular día sábado.....	63
Tabla 27. Estudio de tráfico Vehicular día domingo.....	64
Tabla 28. Estudio de tráfico vehicular día lunes.....	65
Tabla 29. Estudio de tráfico vehicular día martes.....	66

Tabla 30. Estudio de tráfico vehicular día miércoles.....	67
Tabla 31. Estudio de tráfico vehicular día jueves.....	68
Tabla 32. Estudio de tráfico vehicular día viernes.....	69
Tabla 33. Índice medio diario semanal (IMDS).....	70
Tabla 34. Índice medio diario anual (IMDA).....	71
Tabla 35. Tasa de Crecimiento PBI – Áncash.....	73
Tabla 36. Tasa de Crecimiento Poblacional según Provincia.....	74
Tabla 37. Parque Vehicular Estimado 2007-2017.....	75
Tabla 38. Tipos de carretera según el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.....	93
Tabla 39. Numero de ensayos de CBR Y Mr. requeridos según el manual de carreteras del MTC.....	94
Tabla 40. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles.....	95
Tabla 41. Calidad de drenaje.....	96
Tabla 42. Numero estructural.....	98
Tabla 43. Periodo de diseño, dependiendo de la clase de carretera.....	101
Tabla 44. Índice de serviciabilidad.....	102
Tabla 45. Nivel de confianza.....	102

Índice de figuras

Figura 1. Conteo Vehicular de Sabado a viernes.....	19
Figura 2. Índice Medio Diario Anual.....	20
Figura 3. Composición del tráfico vehicular.....	21
Figura 4. SOFTWARE 93 SN3.....	33
Figura 5. SOFTWARE 93 SN2.....	33
Figura 6. SOFTWARE 93 SN1.....	34
Figura 7. Vista en planta de pavimento flexible.....	37
Figura 8. Relación del coeficiente de capa (LCR) CBR.....	38
Figura 9. Valor de coeficiente de capa (LCR) CBR.....	40
Figura 10. Vista en planta del diseño de pavimento flexible con geomalla.....	42
Figura 11. Comparación de los espesores de pavimento flexible.....	42
Figura 12. Peso de los ejes de camión C2.....	72
Figura 13. Peso de los ejes de camión C2.....	72
Figura 14. Estructura del pavimento flexible.....	99
Figura 15. Tipos de Geomallas (Uniaxial y Biaxial).....	99
Figura 16. Estructura de un pavimento flexible con y sin uso de geomallas..	100
Figura 17. Tramo de estudio.....	100
Figura 18. Estado actual de la vía de acceso al centro poblado de Llactash..	101
Figura 19. Espesores calculados de pavimentos sin reforzar.....	102
Figura 20. Espesores calculados del pavimento en pulgadas.....	103
Figura 21. Comparación de pavimento sin reforzar, reforzado con geomalla.	103
Figura 22. Excavación de la calicata C-01.....	104
Figura 23. Excavación de la calicata C-02.....	104
Figura 24. Excavación de las calicatas.....	105
Figura 25. Calicata C-01 terminada.....	105
Figura 26. Levantamiento topográfico.....	106
Figura 27. Levantamiento topográfico.....	106
Figura 28. Ensayo de Mecánica de suelos.....	107
Figura 29. Ensayo de Mecánica de suelos.....	107
Figura 30. Ensayo de Mecánica de suelos.....	108

Figura 31. Ensayo de Mecánica de suelos.....	108
Figura 32. Estudio del tráfico vehicular.....	109
Figura 33. Estudio del tráfico vehicular.....	109

Resumen

El presente estudio de investigación titulado “Diseño De Pavimento Flexible Con El Uso De Geomallas en la carretera del Centro Poblado de Lactash, Independencia, Huaraz- 2021”, el cual tuvo como objetivo general realizar el diseño de pavimentos flexible, haciendo uso de las geomallas en el centro poblado Lactash, Independencia, Huaraz 2021. Como objetivos específicos tuvo: Analizar la topografía del terreno, Determinar el índice medio diario anual de la carretera, Analizar las propiedades mecánicas del suelo y Comparar el diseño de pavimento flexible tradicional con el diseño de pavimento flexible con el uso de geomalla.

De acuerdo a lo realizado en el proyecto de investigación y las características que presenta se definió como una investigación cuantitativa, el estudio realizado fue de carácter aplicativo ya que se hizo uso de los diversos tipos de tecnología y datos ya constituidos para conseguir satisfacer la problemática planteada, fue de enfoque cuantitativo. El desarrollo de proyecto de investigación fue de diseño experimental- descriptivo, pues no se empleó la alteración de la variable independiente del estudio.

Con respecto a los resultados se realizó el diseño de pavimento flexible mediante la metodología AASHTO 93, dándonos como resultado los espesores de la carpeta estructural: Carpeta asfáltica 5cm, capa base 23 cm y capa subbase 24 cm. Posteriormente Se desarrolló el diseño de pavimento flexible con el uso de geomalla biaxial Tensar BX 4100, dándonos como resultado los espesores de la carpeta estructural: Carpeta asfáltica 5cm, capa base 20 cm y la capa subbase 12.33 cm. Al comparar ambos diseños, se concluye que hay disminución de espesores en la capa base de un total de 13.05% y la reducción es el espesor de la subbase es de un total de 48.62%.

Palabras clave: Pavimento Flexible, Diseño, Geomalla.

Abstract

The present research study entitled "Flexible Pavement Design With The Use Of Geogrids On The Road Of The Town Center Of Lactash, Independencia, Huaraz- 2021", which had as a general objective to carry out the design of flexible pavements, making use of the geogrids in the Lactash populated center, Independencia, Huaraz 2021. The specific objectives were: Analyze the topography of the land, Determine the annual mean daily index of the road, Analyze the mechanical properties of the soil and Compare the traditional flexible pavement design with the design of flexible pavement with the use of geogrid.

According to what was carried out in the research project and the characteristics it presents, it was defined as a quantitative research, the study carried out was of an applicative nature since the various types of technology and data already constituted were used to satisfy the problem raised, was quantitative approach. The development of the research project was of a non-experimental-descriptive design, since the alteration of the independent variable of the study was not used.

Regarding the results, the flexible pavement design was carried out using the AASHTO 93 methodology, giving us as a result the thicknesses of the structural folder: 5 cm asphalt, 23 cm base layer and 30 cm sub-base layer. Subsequently, the flexible pavement design was developed with the use of Tensar BX 4100 biaxial geogrid, resulting in the thickness of the structural mat: 5cm asphalt mat, 20 cm base layer and 17.05 cm sub-base layer. When comparing both designs, it is concluded that there is a decrease in thickness in the base layer of a total of 13.05% and the reduction in the thickness of the subbase is a total of 43.17%.

Keywords: Flexible Pavement, Design, Geogrid.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos la red vial es de suma importancia para el desarrollo social y económico de la humanidad, ya que es el medio que facilita el transporte tanto de peatones como de carga, facilitando de esta manera los sectores básicos de desarrollo de un país como educación, salud, alimentación y el ámbito laboral. El experto en transportes y docente de la Universidad de Piura Julián Rivera en el XVII CONGRESO IBERO LATINOAMERICANO DEL ASFALTO 2015; da a conocer que los países latinoamericanos cuentan con problemas graves a nivel estructural y esto representa un inconveniente competitivo pues en estados con una apropiada red vial el valor de tránsito son menores, mientras que en los países con vías deterioradas incrementan los costos de traslado, además afirma que si las carreteras de una región no son aptas para que la comunidad realicen las actividades básicas, es poco factible que los pobladores puedan afrontar una fase de crecimiento económica y disminución de los índices de pobreza. La revista PERÚ CONSTRUYE (2017), al obtener datos del Centro de Comercio Exterior manifiesta que la infraestructura vial consta de un total de 95, 863 km y que tan solo el 16% actualmente se encuentre pavimentada y que las vías restantes, que es el 84% se encuentra en condición de trocha o afirmado. Además, menciona que el Perú es uno de los 12 países de Latinoamérica con el menor índice de desarrollo a nivel de vías de transporte y es por ello que el crecimiento económico del país se ve perjudicado. El centro poblado de Llactash se encuentra ubicado entre la ciudad de Huaraz y la localidad de Monterrey, la carretera de acceso al centro poblado es una trocha carrozable, dicha carretera tiene 56 años de transitabilidad, el ancho de la carretera es de 6m y una longitud de 1+200 metros lineales, el centro poblado pertenece al distrito de Independencia, cuenta con una población aproximada de 582 habitantes, la economía de este lugar se basa en la ganadería, la agricultura y el comercio, los productos del centro poblado como carne, verduras, granos, lácteos, entre otros son distribuidos en mercados de la ciudad de Huaraz. La realidad problemática del centro

poblado de Llactash del distrito de independencia provincia de Huaraz del departamento de Ancash es que actualmente la vía de acceso al centro poblado no se encuentra pavimentada y esto ocasiona malestar en la población ya que en los meses lluviosos la vía se torna intransitable tanto para los peatones como para los vehículos pues la clase de suelo con el que cuenta y las aguas de la lluvia, forman lodo además que la municipalidad no ha realizado ningún tipo de mantenimiento hasta la actualidad, el hecho de que la ruta sea una trocha ocasiona gran pérdida de tiempo al movilizarse y daño a los vehículos que por ahí transiten, por otra parte ya que la vía de acceso al centro poblado no está pavimentada no hay mucho tránsito vehicular generando así que la población de Llactash no pueda permitirse llegar de forma rápida a lugares de primera necesidad como hospitales o postas, centros educativos, mercados, entre otros, por ello es necesario y de suma importancia realizar el diseño de pavimento flexible; el diseño que utilizamos en la ejecución de la investigación fue el de pavimento con geomallas biaxiales este se realizó con el procedimiento AASHTO 93, ya que de esta manera se puede aumentar y reforzar la duración del pavimento flexible, también se redujo la capa de la base, generando de esta manera un valor menor en la instalación y transporte, asimismo se elevó la capacidad carga, esta idea se realizó para así garantizar al centro poblado una mejor calidad de movilización para así lograr producir desarrollo económico y social, pues la base económica del centro poblado de Llactash es la agricultura, la ganadería y el comercio, siendo el transporte una de las fuentes principales para ello, ya que los productos agrícolas y ganaderos posteriormente son embarcados a los mercados cercanos de la ciudad de Huaraz para después ser comercializados. **El planteamiento del problema de la siguiente investigación fue** ¿De qué manera influye el diseño de pavimento flexible con geomallas en la transitabilidad vehicular en el centro poblado de Llactash, independencia, Huaraz-2021? **La justificación a nivel sociales fue:** El tema de investigación ayudara a los pobladores de Llactash a tener un mejor tránsito vehicular para así poder disminuir el tiempo de transporte y puedan trasladar su mercancía fácilmente. **La justificación practica fue:** La presente investigación se

desarrolla con la finalidad de realizar el diseño de pavimento flexible con geomallas en el centro poblado de Llactash, para realizar el diseño se desarrollará con el proceso AASHTO 93, para así saciar las carencias del centro poblado de Llactash mejorando de esta manera la transitabilidad vehicular. Por ello, se muestra la sugerencia del uso de geomallas en pavimentos flexibles, pues de esta manera se incrementa la vida útil del pavimento flexible mejorando la calidad y durabilidad, brindándole a la población un proyecto constructivo, a su vez una buena calidad de vida y bienestar, por lo cual, estamos desarrollando este trabajo de investigación que constituirá para la realización de la construcción vial, que mejorara la calidad de vida de los peatones como también de los vehículos que transitan por esa carretera. **La justificación a nivel económico fue:** Este proyecto de investigación hace que la población de Llactash pueda trasladar su mercancía tanto ganadera como agrícola rápidamente para así ser distribuida en los mercados de Huaraz. **El tema de investigación tuvo como hipótesis** que el diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la vía, contribuirá en la mejora de la transitabilidad vehicular del centro poblado de Llactash, Independencia, Huaraz 2021. **El objetivo general** de la investigación fue realizar el diseño de pavimentos flexible, haciendo uso de las geomallas en el centro poblado Llactash, Independencia, Huaraz 2021. **Entre los objetivos específicos tuvimos.** **a)** Analizar la topografía del terreno. **b)** Determinar el índice medio diario anual de la carretera **c)** Analizar las propiedades mecánicas del suelo. **d)** Comparar el diseño de pavimento flexible tradicional con el diseño de pavimento flexible con el uso de geomalla.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional tenemos a **Jordán Y Suarez (2017)**, en su tesis de investigación: “Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicado en las vías de acceso a la ciudadela la Milina del Cantón Salinas”. En el objetivo general de estos autores: se analizó el uso de geosintéticos como refuerzo en el diseño de pavimento flexible para mejorar el comportamiento estructural de las vías de acceso a la ciudadela la Milina del cantón salinas. El método obtenido fue tipo aplicada, se logró un CBR menor al 3%. Los resultados que se obtuvieron con el método AASHTO 93 son: para la sub- base no reforzada se logró alcanzar una capa de 27 pulgadas de espesor, que es diferente a la capa de 22 pulgadas de grosor reforzada con una geomalla. Para la base no reforzada, se logró obtener capa de 11 pulgadas en contraste con el refuerzo de la geomalla, la geomalla obtiene una capa de 6 pulgadas. Para el espesor de asfalto con y sin refuerzo, el resultado es de 4 pulgadas de espesor. En conclusión, la reducción de espesor es al 24%, así mismo el pavimento flexible con el uso de geomallas es un componente que cumple con todas las especificaciones técnicas. Ya que es una alternativa más factible y más económica. según **Bustamante, Andrés (2016)**, en su tesis de investigación: “Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante, con el uso combinado de una geomalla y un geotextil”: como objetivo de su investigación determinaron el nivel de la resistencia sobre una subrasante, utilizando el geotextil y geomalla como estructura de reforzamiento y establecer una comparación con la resistencia que pueden proporcionar los siguientes escenarios: con el uso de un geotextil, geomalla y sin ninguna clase de reforzamiento. El autor realizó pruebas de laboratorio para así poder obtener las curvas de tensión, deformación de cada escenario de análisis. Posteriormente, se simuló el comportamiento en el laboratorio mediante un módulo numérico evaluado en el software plaxis 8.6. para ello el autor propuso la aplicación de estos materiales sintéticos y textiles en las vías. primero propuso la distribución en el sistema de estructura del pavimento flexible, luego en el sistema de refuerzo geotextil, la otra propuesta fue el sistema de refuerzo geomalla, y finalmente propuso el sistema de refuerzo estructural

simultaneo (geotextil y geomalla). De todas estas sugerencias se puede ver que en el proceso de usar geomallas para reforzar el sistema de estructura del pavimento, se logra mayor rigidez que otros métodos. De tal manera que el autor considero como resultado la mejora significativa es una reducción de aproximadamente un 60% en los tres procesos en los que está presente la armadura. La contribución del autor en la realización de esta investigación es muy esclarecedora, pues se pueden observar las diferencias en las sugerencias anteriores, lo que conducirá a un mejor comportamiento técnico y económico. **En el desarrollo de investigación a nivel nacional** tenemos a **Ahumada (2018)** en su tesis “Análisis económico del pavimento flexible con y sin geomallas en la estructura de la subrasante, vía auxiliar izquierda pk 2+000 – 2+300 del Proyecto Línea Amarilla” en este trabajo de investigación se contrasta económicamente el valor total que tendrá la sub rasante al ser mejorada con geomallas mediante la metodología AASHTO 93. El autor comparo los 2 casos, mejoramiento subrasante mediante geomalla y mejoramiento de subrasante mediante reemplazo de suelos, como resultado obtuvo un 47.7 %. De tal manera que logro identificar que el uso de geomallas es más factible económicamente además que acortan el plazo de ejecución de la obra. En conclusión, Ahumada según los estudios realizados en el proyecto de investigación propone que para el refuerzo de las bases granulares, el uso de geomallas es importante ya que es técnica y económicamente factible, pero siempre se debe proseguir con las sugerencias y especificaciones técnicas entorno al proceso de construcción, para así tener una obra con objetivos óptimos ya que las geomallas trabajan con agregados granulares y no independientemente. Prosiguiendo **Hinostroza (2018)** en su tesis titulada “Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento” tiene como objetivo el empleo de geomallas para disminuir las capas estructurales del pavimento flexible, empleando el método de AASHTO, logrando de esta manera reducir costos en la edificación del pavimento flexible. El tipo de investigación es cuantitativo. los resultados que mostraron los investigadores al usar las geomallas, reducen la estructura para la sección 20cm de la base, 25 cm de la sub base

reforzadas en la base Granular. El resultado muestra menor deflexión al usar la geomalla entre la subrasante y la base, debido a que la geomalla incrementa la resistencia al movimiento y aumenta el desempeño de la distribución de fuerzas a lo largo de la base y sub-base producida por el tráfico vehicular, ampliando de esta manera la vida útil del concreto. En conclusión, Hinostroza recomienda que las geomallas deberían ser juntas con geotextiles, pues las geomallas cumplen con la función de reforzar la estructura de pavimento mientras que los geotextiles cumplirían con la función de separar los materiales. Por su parte **Mandujano (2020)** en su tesis titulada “Uso de geomallas biaxiales en pavimento flexible para alargar vida útil en suelos de la Asociación Nuevo Amanecer, Lima 2020” tiene como objetivo hallar la manera más eficaz para estabilizar el suelo con geomallas biaxiales para poder aumentar la durabilidad del pavimento, el estudio realizado es aplicativo, cuantitativo y explicativo. Como resultado el autor pudo observar que al utilizar la geomalla biaxial logro disminuir la capa base de 0.20 m y en la capa sub base redujo a 0.50 m. Esta disminución mejoro la duración de la estructura del pavimento y a la misma ves reduce el costo y mejora la distribución de carga. Este trabajo de investigación afirma que reforzar el suelo con geomallas biaxiales aumenta la durabilidad del pavimento flexible ya que obtiene disminuir el grosor de las capas y carpeta asfáltica, logrando así ampliar la capacidad portante e incrementar la capacidad de carga vehicular. **En estudios a nivel local tenemos a Ames y Bustos (2020)** en su tesis titulada “Diseño Comparativo Entre Pavimento Flexible y Pavimento Con Geomalla En El Centro Poblado De Huanchac, Huaraz, Áncash-2019” tiene como objetivo general comparar el diseño convencional (Pavimento Flexible Método AASHTO 93) y el diseño con geomalla en el centro poblado de Huanchac, esta investigación para lograr el objetivo comparativo tuvo que realizar diferentes estudios como: estudio de tráfico, levantamiento topográfico, estudio del tipo de suelo, estudio hidrológico y finalmente el diseño pertinente del pavimento flexible reforzado con geomallas biaxiales. Los autores consideraron como resultado del análisis de comparación la disminución del espesor de la capa base un 20% y la capa sub-base un 44.8%. los autores de este

estudio de investigación concluyen que cuando el pavimento flexible cuenta con el refuerzo de geomallas biaxiales, disminuye el grosor de las capas granulares del pavimento ya que esto ayuda a distribuir las cargas emitidas por el tránsito, beneficiando de esta manera a la localidad escogida para la investigación pues con esto se lograra incrementar la seguridad y mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal, mejorando la calidad de vida de los pobladores del centro poblado de Huanchac. Para poder elaborar el estudio de investigación se tiene que desarrollar los siguientes temas teóricos; **pavimentos:** Se determina como una superestructura sobre un terreno de fundación, que posibilita la transitabilidad del tráfico vehicular y peatonal de forma fácil y segura. Existen diferentes clases de pavimentos tales como pavimentos flexibles, rígidos, semirrígidos y compuestos. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013 p.03). Otra definición de pavimento será que es un sistema con diferentes capas (base, subbase y capa de rodadura), esta edificada encima de la subrasante y tiene como objetivo repartir y resistir las cargas producidas por el tráfico vehicular. (Manual de carreteras MTC, 2014 p. 21) **Diseño de pavimento:** es especificar la constitución de los materiales, los espesores y posiciones adecuados y factibles económicamente de las capas estructurales del pavimento, para así cumplir las funciones que son requeridas de un pavimento. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013, p.05) Es el procedimiento donde las capas estructurales del pavimento de una parte del camino son señaladas teniendo en cuenta el estado en que se encuentra la subrasante, las condiciones ambientales de la zona, la frecuencia del mantenimiento y el tráfico vehicular recurrente. (Méndez Acurio, 2009, p. 9). Otro concepto a considerar sobre el diseño de pavimentos es que los mecanismos para el diseño se fundamentan en que el pavimento podrá ser una estructura con varias capas viscoelástica, para así poder hacer un adecuado cálculo de las tenciones y deformaciones obtenidas por el tráfico vehicular y por las condiciones climáticas. (Manual de carreteras MTC, 2014, p. 7). Los factores que se deben de considerar para el diseño de pavimentos es el tránsito vehicular y carga, pues es importante mientras el diseño de pavimento sea determinado; la subrasante es otro

factor importante ya que tiene que ser de buena calidad para determinar un adecuado espesor del pavimento, esta capa será evaluada mediante la capacidad de resistencia a las deformaciones, ya que son sometidas a esfuerzos cortantes por las cargas transmitidas del tráfico vehicular. En factor ambiental los climas lluviosos y los cambios drásticos de temperatura son los que más perjudican al pavimento; los materiales definirán la estructura del pavimento para que sea técnicamente y económicamente factible. (Montejo Fonseca, 2001, p. 09). **Pavimento flexible:** Es un tipo de pavimento que está formado por una cobertura asfáltica encima de la base granular, las cargas generadas por el tránsito vehicular son divididas a través del recubrimiento y la capa base pues son las que se encargan de absorber la compresión del terreno de origen mediante la absorción de tensiones cizallantes. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013 p.11). Otra definición de pavimento flexible nos dice que es una superestructura constituida con una capa de subbase, base y de rodadura, la carpeta asfáltica está formada por una serie de elementos aglomerantes, agregados y/o aditivos. (Manual de carreteras MTC, 2014, p. 22). La estructura del pavimento flexible se encuentra formada por: Capa de revestimiento asfáltico (Rodadura), es la encargada de impermeabilizar para proteger a las capas inferiores y estas mantengan su función de soporte además ayuda a disminuir las cargas verticales que los vehículos provocan creando deformaciones en el asfalto; la capa base tiene como objetivo minimizar las cargas verticales provocadas por el tránsito, también ayuda a drenar el líquido que se introduce mediante la creación de drenajes hacia la subbase y el terreo de origen . La capa de subbase, es la encargada de disminuir el espesor de la capa base; finalmente el suelo de origen será compactado de acuerdo a las especificaciones de la obra. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013 p.05). El método AASHTO-93 para el diseño de pavimentos flexibles consiste en calcular la cantidad estructural (SN), quien es la encargada de resistir las cargas que se presentaran. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013 p.123). Otro concepto para el método AASHTO-93 para el diseño de pavimentos flexibles seria que este método está justificado en modelos que ejecutaron el cálculo de

espesores y la resistencia de cargas de la subrasante, el objetivo de este método es hallar el SN que se refiere al número estructural requerido, donde se define el espesor de cada capa del pavimento, esta deberá ejecutarse encima de la subrasante para así recibir las cargas de tránsito con una buena serviciabilidad en todo el periodo de diseño. (Manual de carreteras MTC, 2014, p. 130). Para realizar el diseño de pavimentos flexibles según este método se tiene que considerar las siguientes variables. **Módulo de resiliencia:** esto se realiza para determinar la humedad con la que cuenta la subrasante, pues esto genera que el terreno de origen tenga una menor resistencia, para ello se adquiere un módulo de resiliencia para cada humedad que se muestre durante el año, cada módulo debe contar con el valor de daño relativo para hallar la estimación anual; este valor también se consigue mediante el CBR. **Periodo de diseño:** Se refiere al periodo seleccionado al comenzar la etapa del diseño, teniendo en cuenta las características con las que contará el pavimento; el periodo de diseño deberá ser superior al de la vida útil del pavimento, teniendo esto en cuenta entonces será mayor a 20 años. **Índice de serviciabilidad:** es una variable importante ya que otorga a los beneficiarios una mejor calidad de manejo, para diseñar el pavimento se debe calcular la serviciabilidad inicial, se hallará mediante la calidad y diseño de la edificación y la serviciabilidad final interpreta el índice menor de tolerancia que tiene el pavimento, el valor para vías con un tránsito recurrente deberá ser de ≥ 2.5 y para vías de menor transitabilidad será de igual a 2. **Disminución del índice de serviciabilidad:** Cuando el índice de serviciabilidad disminuye, esto genera una disminución de la calidad del servicio de la vía, causando desgaste en el pavimento. **Análisis de tráfico:** El análisis de tráfico es de suma importancia para el desarrollo del diseño de pavimento ya que la carga del tránsito vehicular es transferida por apoyos de multiruedas al pavimento, con el objetivo de disminuir las deformaciones que se generan en la estructura. Es importante definir el número de cada pasada de los diferentes tipos de ejes mientras dure el periodo de diseño, esto analizara mediante un estudio de tráfico inicial evaluado en el terreno. Los ejes se analizarán por el periodo de diseño determinado, el reparto de los ejes en

cada carga, el tránsito medio diario anual de los diferentes vehículos, valorización del desarrollo anual de cada vehículo, orientación del tráfico, número de carriles, Evaluar la proporción de la transitabilidad en el carril más concurrido, índice de serviciabilidad y los factores de carga. **Nivel de confianza:** esta variable está vinculada con la función del pavimento ante situaciones externas, la confiabilidad es la posibilidad que tiene el pavimento de cumplir las exigencias requeridas en el tiempo de vida determinado, soportando las cargas, el clima, los problemas de deformación y fallas. Para calcular esta variable se debe tener en cuenta la trascendencia de los caminos, la confiabilidad del soporte de cada capa de la estructura del pavimento y finalmente el pronóstico del tráfico con el que fue diseñado. Coeficiente de drenaje: dependerá de rapidez del agua al ser expulsada del pavimento y del porcentaje en que el pavimento está comprometido a niveles de humedad en todo el año; el método AASHTO manifiesta que existen cinco niveles de calidad de drenajes desde excelente (2 horas que tarda el agua en ser expulsada), bueno (1 día que tarda el agua en ser expulsada), regular (1 semana que tarda el agua en ser expulsada), malo (1 mes que tarda el agua en ser expulsada) y muy malo (el agua no es expulsada). Determinación del número estructural SN: Esto se determina mediante una fórmula con datos de tráfico equivalente, factor de desviación para un nivel de confiabilidad, desviación estándar, índice de serviciabilidad inicial y final, módulo de resiliencia de la subrasante y finalmente el número estructural, y mediante un Abaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles. Determinación de espesores por capa: Se dimensionará teniendo en cuenta las características que mantienen, se tendrá que determinar el grosor de la capa de rodamiento de la base y subbase, hallar los coeficientes de las diferentes capas estructurales del pavimento usando los valores obtenidos en el módulo de residencia. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013 p.123 a 152). **Las geomallas** están dentro del grupo de geosintéticos, además son bidimensionales y están fabricadas de materiales polímeros para que de esta manera cumpla una mejor función con el suelo, se usan para mejorar las características de resistencia, recibiendo y distribuyendo fuerzas de tracción y tensión,

previniendo patologías en el pavimento. Las geomallas se clasifican en dos grupos que son: las uniaxiales; están elaboradas con el fin de reforzar a una sola dirección del terreno estabilizado, este tipo de geomalla se aplica principalmente en taludes, muros de contención y terraplenes; las biaxiales son fabricadas para ayudar al refuerzo en direcciones transversales y longitudinales, tienen una buena calidad frente a las tensiones evitando así deterioros, esta geomalla es usada mayormente para reforzar la base y la subrasante en caminos pavimentados o sin pavimentar. (Tex Delta, 2018 p. 1). Los beneficios de la geomalla son: incrementa la resistencia a la tracción creando estabilidad en la carretera, es apropiado para ser usado cuando el pavimento cuenta con grietas y baches, ayuda a la capa de rodadura a distribuir las fuerzas reduciendo así el desgaste de la capa superficial, previene que el agua se acumule evitando el deterioro por agentes climáticos, son muy importantes para la estabilización de tramos ya sea pavimentados o no pues aumenta su resistencia y evita el hundimiento. . (Tex Delta, 2018 p. 2). La geomalla como refuerzo en pavimentos flexibles es muy factible pues aporta muchos beneficios para incrementar la vida útil de este, además de disminuir la capa base, el establecimiento de la geomalla en la estructura del pavimento flexible esta comprimida, ayudando así al incremento de resistencia mecánica de la capa base, evitando deterioros y deformaciones futuras. Las geomallas crean mecanismos de refuerzo tales como: confinamiento lateral de la capa base y subbase, aumentar la capacidad portante y membrana tensionada. (Geosoft Pavco, 2012 p. 148)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

De acuerdo a lo realizado en el proyecto de investigación y las características que presenta se definió como una investigación **cuantitativa**, ya que en este estudio la información y los resultados encontrados se manifestaron cuantificando de manera deductiva pues se realizó ciertos procesos de medición para conseguir datos requeridos, este tipo de investigación tuvo como objetivo demostrar, aclarar y analizar una problemática social desde un punto externo y objetivo.

Este proyecto de investigación busco diseñar el pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 con refuerzo de geomallas en la carretera del Centro Poblado de Llactash.

Tipo de Investigación

El estudio realizado fue de carácter **aplicativo** ya que se hizo uso de los diversos tipos de tecnología y datos ya constituidos para conseguir satisfacer la problemática planteada, fue de enfoque cuantitativo. El autor Roberto (2010) manifiesta que los datos que se emplean son consecuencia de realizar mecanismos estadísticos de medición que posteriormente serán presentados en forma numérica.

Diseño de Investigación

Carrasco (2002) define que los estudios con diseño experimental, ya que se analizará los efectos que ocasionan en las variables independientes. El proyecto de investigación fue de diseño experimental- descriptivo, pues no se empleó la alteración de la variable independiente del estudio, esta investigación se fundamentó en la medición de una serie de individuos u objetos, con diferentes variables para luego aportar sus descripciones.

3.2. Variables y operacionalización

- Variable dependiente: Diseño de Pavimento Flexible

Definición:

El pavimento flexible es un tipo de pavimento que está formado por una cobertura asfáltica encima de la base granular, las cargas generadas por el tránsito vehicular son divididas a través del recubrimiento y la capa base pues son las que se encargan de absorber la comprensión del terreno de origen mediante la

absorción de tensiones cizallantes. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013 p.11)

Definición operacional:

Se planteó realizar el tradicional diseño de pavimento (AASHTO 93) para posteriormente analizar los resultados de la evaluación obtenidos.

Indicadores: Los indicadores para la variable independiente fueron las siguientes: Relieve y superficie, IMDA, Granulometría, Límites de Attemberg, CBR.

Escala de medición: Son razón, porcentaje e intervalo.

- Variable Independiente: Geomallas Biaxial

Definición:

Las geomallas están dentro del grupo de geosintéticos, además son bidimensionales y están fabricadas de materiales polímeros para que de esta manera cumpla una mejor función con el suelo, se usan para mejorar las características de resistencia, recibiendo y distribuyendo fuerzas de tracción y tensión, previniendo patologías en el pavimento. (Tex Delta, 2018 p. 1)

Definición operacional:

Se planteó usar las especificaciones técnicas de la geomalla biaxial Tensar Bx 4100.

Indicadores: Los indicadores para la variable dependiente fueron las siguientes: Tamaño de la apertura, capacidad a la tensión, grosor de la costilla, resistencia al daño, resistencia a la degradación a largo plazo, resistencia a la degradación por exposición uv, eficiencia de las juntas, rigidez flexionante general y estabilidad de la apertura.

Escala de medición: Son razón, porcentaje e intervalo.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Borday (2018) menciona que población hace alusión a una cierta cantidad de individuos que serán usados como estudio de investigación, donde se desarrolla pautas de incorporación y omisión.

En este proyecto de investigación se dio como población al tramo total de la vía principal, que es de km 1+200 metros lineales que se encuentra ubicada en el centro poblado de Llactash.

- **Criterios de inclusión:** La población que se consideró en el criterio de inclusión fue el tramo total de la vía de acceso al centro poblado de Llactash.
- **Criterios de exclusión:** La población que se consideró en el criterio de exclusión fueron las zonas que no figuran en la vía de acceso al centro poblado de estudio, como pases paralelos.

Muestra: Ñaupas (2015) expone que muestra se define como una serie de subconjuntos que abarca la población teniendo en cuenta las características, hechos u objetos. Se tomó como muestra km 1+200 metros lineales, desde la vía de acceso al centro poblado hasta llegar a la entrada de Llactash.

Muestreo: Hernández (2016) afirma que el muestreo tiene como objetivo que el autor escoja los individuos, objetos que desea estudiar. La técnica que se uso fue no probabilística por conveniencia, pues este método no usa la estadística para saber el criterio de la cantidad de la muestra, y solo se empleó el criterio del investigador, para el estudio de investigación se tomó como muestreo la distancia del tramo de acceso al centro poblado hasta la entrada del mismo.

Unidad de análisis: La unidad de análisis fue la longitud de km 1+200 metros lineales del tramo de la vía de acceso al centro poblado de Llactash.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La técnica según Hernández (2016) define que son usadas para visualizar y precisar las propiedades de lo que se está investigando y cuales han sido los cambios durante el periodo de investigación.

técnica de observación: Se realizó la visualización de la vía, en donde se realizó el diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas biaxial, donde se determinó los estudios pertinentes de mecánica de suelos, el conteo de la cantidad de vehículos que transitan por la vía (método IMDA), esto se realizó con los parámetros, formatos y fichas que manifiesta el ministerio de transportes y comunicaciones.

técnica de análisis documental: Consistió en seleccionar la información previamente recolectada, el proceso de este estudio se fundamentó en la revisión de documentos existentes como son: manual DG 2018, en el método AASHTO 93 y manual de suelos, geotecnia, geología y pavimento y el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Instrumento

Hernández (2016) define que los instrumentos son las fichas de registro que ayudan a procesar lo anotado en la muestra investigada. Los instrumentos que consideramos para el estudio de investigación son los siguientes:

- Ficha de levantamiento topográfico, se recolecto los datos obtenidos por la estación total.
- Formatos de clasificación vehicular emitidos por el MTC para clasificar el número de ejes de los vehículos que transitaron diariamente por dicho tramo.
- Para el desarrollo del estudio de mecánica de suelos se empleó el laboratorio, el Manual de Carreteras del MTC conjuntamente con las pautas requeridas para el diseño de pavimentos flexibles AASHTO 93.
- Para aplicar el tipo de geomalla que requiere el pavimento flexible se consideró las especificaciones generales de geomallas biaxiales TENSAR, donde indico las propiedades con que cuenta cada tipo de geomalla.

3.5. Procedimiento

Mejía (2015) indica que la serie de procedimientos hace mención al proceso que se realiza para el avance del estudio. Los procedimientos que se realizarán para la siguiente investigación serán:

- Planificación, en este proceso se proyectó a dar solución a la problemática que aqueja a la vía de acceso del centro poblado de Llactash, pues no se encuentra pavimentada. Así que realizamos el diseño de pavimento flexible con refuerzo de geomallas biaxiales para mejorar la transitabilidad vehicular.
- Trabajo en campo, en este proceso se inició con el desarrollo del estudio de tráfico haciendo uso de las fichas de clasificación vehicular emitidos por el MTC donde se identificó la cantidad de vehículos que circulan por la vía estudiada, continuando se hizo el levantamiento topográfico con la estación total, los datos obtenidos fueron dirigidos a una ficha topográfica, prosiguiendo se ejecuto 2 calicatas que estuvieron ubicadas al inicio y al final de la vía a estudiada, finalmente se extrajo la muestra de dichas calicatas y se llevó al laboratorio correspondiente donde se hizo los estudios correspondientes de mecánica de suelos pertinente.
- Trabajo en gabinete, Se obtuvieron datos de los trabajos en campo que se realizaron, con estos datos se efectuó los planos requeridos para la investigación, además de que se tuvo los resultados del estudio de mecánica de suelos, los índices de serviciabilidad y confiabilidad, el número estructural para realizar el diseño del pavimento flexible con y sin geomallas que fueron requeridos para la investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Hernández (2016) menciona que el método de análisis de datos es la asociación de procedimientos que ayudaron a la investigación, brindando información confiable.

Analizamos los trabajos desarrollados en campo y gabinete, luego se efectuó el diseño de pavimento flexible a través del proceso AASHTO 93

para pavimentos flexibles con refuerzo estructural de geomallas. De este modo se pudo tener los espesores reales computarizados en software de ingeniería tales como: Aplicación AASHTO 93.

El diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas se realizó mediante el método AASHTO 93, para esto primero se llevó a cabo el conteo de tráfico vehicular, esto se desarrolló mediante formatos ya establecidas por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), se realizó diariamente por una semana, además se hizo los estudios topográficos correspondiente en los tramos de la vía, consecuentemente se ejecutó la elaboración de los planos requeridos mediante el software AUTOCAD, prosiguiendo para el estudio de mecánica de suelos se requirió llevar las muestras extraídas de las calicatas a los laboratorios determinados para posteriormente hacer el diseño de pavimento flexible con y sin geomallas de acuerdo a los indicadores que estable el manual DG 2018.

3.7. Aspectos éticos

Tuvimos el compromiso con el centro poblado de Llactash ya que consideramos la confiabilidad como un aspecto importante para realizar este proyecto, que en este caso fue el diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas, este estudio tuvo como propósito mejorar la transitabilidad y el desarrollo social y económico del centro poblado. Este proyecto se guio por principios éticos: El primero fue la beneficencia, ya que tuvimos el compromiso moral de proceder a favor de los demás. Segundo fue la no maleficencia, pues no produciremos ningún daño o incapacidad a la población. Tercero fue la autonomía, pues tuvimos la capacidad de tomar nuestras decisiones con criterio y con independencia, sin dejarnos llevar por opiniones de terceras personas. El cuarto y último principio ético al que nos guiamos fue la justicia, ya que procedimos a actuar con igualdad y respeto a la verdad.

IV RESULTADOS

4.1. Resultados de los objetivos de estudio

4.2. Resultado según Objetivo específicos

i. Analizar la topografía del terreno.

a) Estudio topográfico

Como primera etapa de desarrollo de la investigación, se realizó el levantamiento topográfico del terreno donde se hizo el estudio técnico y descriptivo de la vía, en esta etapa se recolectaron datos para realizar el diseño geométrico de la carretera, esta fase nos permitió examinar de forma detallada las características geográficas, geológicas y físicas de la superficie del terreno.

b) Ubicación

Región: Ancash

Provincia: Huaraz

Distrito: Independencia

Altitud: 3049 msnm

c) Personal

- 01 topógrafo
- 02 asistentes

d) Equipos requeridos

- Estación total
- 2 prismas
- Libreta de campo
- GPS Map62

Los planos y puntos del diseño geométrico se observan detalladamente ver anexo 4.

ii. Determinar el índice medio diario anual de la carretera

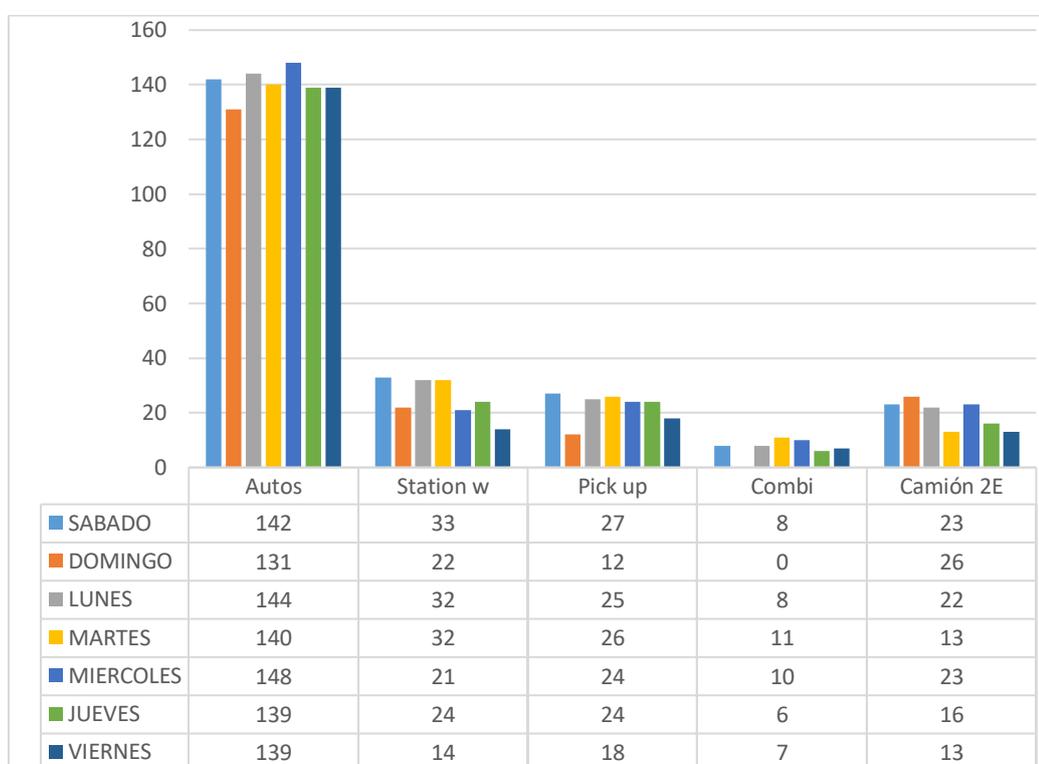
a) Estudio de tráfico vehicular

El estudio de tráfico vehicular se realizó con el objetivo de poder determinar los ejes equivalentes y el índice medio diario semanal e índice medio diario anual.

b) Índice medio diario semanal

Se realizó el conteo diario de tráfico vehicular en la vía de acceso al centro poblado de Llactash hasta el Centro Poblado de Llactash. Así se puede observar en la figura 1 y tabla N°1.

FIGURA N°1. Conteo Vehicular de Sabado a viernes.



FUENTE: Datos de los propios investigadores, septiembre 2021.

La figura 1. Muestra el conteo de tráfico vehicular que se realizó diariamente durante una semana (desde el día sábado hasta el domingo) en la vía hacia el centro poblado de Llactash, estos datos se usaron para poder determinar el índice medio diario semanal (IMDS) y posteriormente el índice medio diario anual (IMDA).

TABLA N°1. Índice medio diario semanal.

VEHICULOS	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	TOTAL
Autos	142	131	144	140	148	139	139	140
Station w	33	22	32	32	21	24	14	25
Pick up	27	12	25	26	24	24	18	22
Combi	8	0	8	11	10	6	7	8
Camión 2E	23	26	22	13	23	16	13	19
TOTAL	233	191	231	222	226	209	191	214

FUENTE: Datos de los propios investigadores, septiembre 2021.

La tabla 1. Muestra el resumen de los vehículos que transitaron en el periodo de una semana durante doce horas, obteniendo así el índice medio diario semanal (IMDS) de 214 vehículos en promedio del 18 al 24 de septiembre de 2021.

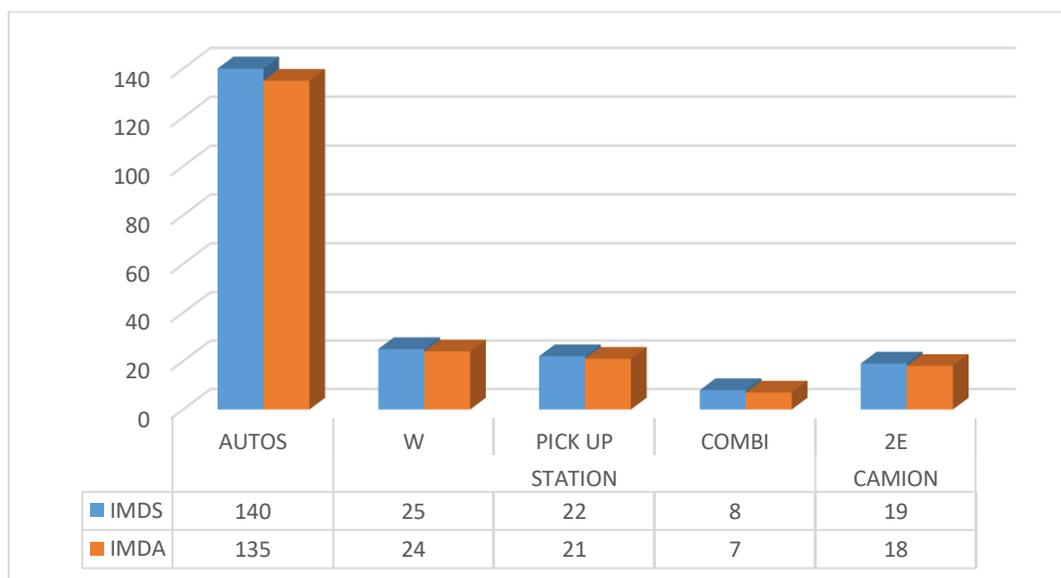
c) Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Para poder hallar el IMDA se procedió a usar el factor de corrección estacional, esto se obtuvo a través de los datos publicados por el MTC. El factor de corrección Estacional se tomó del peaje de Catac-Ancash.

Factor de Corrección Estacional Liviano: 0.9632

Factor de Corrección Estacional Pesado: 0.9719

FIGURA N°2. Índice Medio Diario Anual.



Fuente: Datos de los propios investigadores, septiembre 2021.

La Figura 2. Manifiesta la comparación del índice medio diario semanal (IMDS), con el del índice diario anual (IMDA).

TABLA N°2. Índice medio diario anual (IMDA)

PEAJE	VEHICULO	AUTOS	STATION W	PICK UP	COMBI	CAMION 2E	TOTAL
CATAC	IMDS	140	25	22	8	19	214
	FCE	0.9632	0.9632	0.9632	0.9632	0.9719	
	IMDA	135	24	21	7	18	205

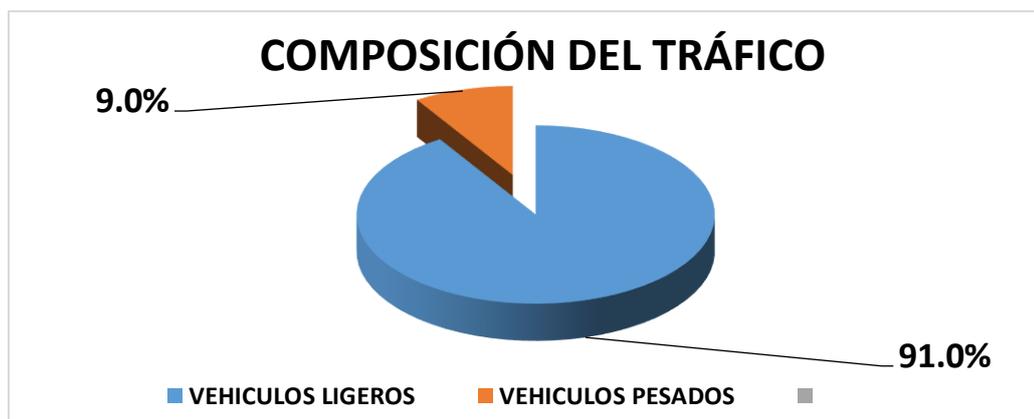
Fuente: Datos de los propios investigadores, septiembre 2021.

La tabla 2. Nos indica que para poder encontrar el índice medio diario anual se tuvo que multiplicar el factor de corrección estacional según corresponda al vehículo con el índice medio diario semanal, posteriormente al comparar el índice medio diario semanal y anual se obtuvo que los vehículos que van a circular serán de 214 a 205 vehículos.

d) Factor vehículo pesado (fvp)

El desarrollar el factor de vehículo pesado nos ayudó a precisar el daño que sufrirá el pavimento flexible por ejes simples. Los factores fueron emitidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Suelo, geología, geotecnia y pavimentos).

FIGURA N°3. Composición del tráfico vehicular.



Fuente: Datos de los propios investigadores, septiembre 2021.

La Figura 3. Muestra que el 91.0% del tráfico vehicular es ligero (autos, camionetas, pick up, combi y station w) y que el 9.0% es de vehículos pesados (Camión 2E).

TABLA N°3. Factor Vehículo Pesado (fvp)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR	PESO	FACTOR E. E	FACTOR VEHÍCULO PESADO
Autos, Station w. Camionetas y Combis	0	0	0
Camión de 2E (C-2E)	7 tn	1.265	3.477
	10 tn	2.212	

Fuente: Datos de los propios investigadores, septiembre 2021.

En la tabla 3. Se observa que los autos, Station w, camionetas y combis no cuentan con Factor vehicular pesado ya que sus ejes son simples y no logran tener un factor destructivo para el pavimento. Se tomó los ejes equivalentes de tránsito pesado del camión de 2E (C-2E) dando como valor fvp= 3.477.

e) Numero de ejes equivalentes

Para hallar el número de ejes equivalentes se usó la siguiente formula:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMDA_{\text{pi}} * F_d * F_c * F_{vp} * F_p$$

Dónde:

IMDA = Índice medio diario anual

Fd = Factor direccional

Fc =Factor Carril

Fvp =Factor vehicular pesado

Fp = Factor de presión neumático

TABLA N°4. Numero de ejes equivalentes.

Clasificación Vehicular	IMDA	Fd	Fc	Fvp	Fp	Total, de EE (día-carril)
Camión 2E (C-2E)	18	0.5	1	3.447	1	31.0230

Fuente: Datos de los propios investigadores, septiembre 2021.

La tabla 4. Nos muestra que al resolver la ecuación de los ejes equivalentes EE (día-carril) es igual a 31.0230.

f) Tasa anual de crecimiento de tránsito

Para desarrollar la tasa de crecimiento anual de tránsito se requiere la tasa de Crecimiento PBI – de Áncash. (ver anexo 7), Tasa de Crecimiento Poblacional según Provincia. (ver anexo 8) y parque vehicular estimado (ver anexo 9).

TABLA N°5. Resumen PBI- Ancash

AÑO	VALOR PORCENTUAL DE PBI	PROMEDIO
2007	2.4	3.7
2008	2.8	
2009	3.2	
2010	3.1	
2011	3.1	
2012	3.4	
2013	3.6	
2014	4.5	
2015	4.9	
2016	4.8	
2017	4.3	
2018	3.7	
2019	4.2	
2020	3.5	

FUENTE: Elaboración propia.

La tabla 5. Nos muestra el resumen del PBI de Ancash por año con cada valor porcentual y el promedio del crecimiento del PBI en los años de 2007 a 2020.

TABLA 6. Resumen Parque Vehicular por Departamento.

AÑO	PARQUE VEHICULAR ANCASH
2007	20354
2008	21001
2009	21309
2010	22086
2011	23322
2012	25418
2013	27542
2014	29573
2015	31213
2016	33542
2017	34923

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°7. Crecimiento parque vehicular Ancash

AÑO	PBI	RESTA	%CRECIMIENTO	PROMEDIO
2007	20354			5.23
2008	21001	S/647.00	3.08%	
2009	21309	S/308.00	1.45%	
2010	22086	S/ 777.00	3.52%	
2011	23322	S/1,236.00	5.30%	
2012	25418	S/2,096.00	8.25%	
2013	27542	S/2,124.00	7.71%	
2014	29573	S/2,031.00	6.87%	
2015	31213	S/1,640.00	5.25%	
2016	33542	S/2,329.00	6.94%	
2017	34923	S/1,381.00	3.95%	

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N°8. Factor de crecimiento de trafico

Crecimiento poblacional	1.1%
PBI Regional	3.7%
Parque vehicular	5.2%
Factor de crecimiento de trafico	3.3%

FUENTE: Elaboración propia

g) Factor de crecimiento acumulado

El factor de crecimiento acumulado se desarrolló cumpliendo con los datos y fórmula, que nos brindó el MTC en el manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos para una zona rural.

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

Dónde:

r: Tasa de crecimiento anual = 3.3%

n: Periodo de diseño = 20

$$Fca = \frac{(1 + 0.033)^{20} - 1}{0.033}$$

$$Fca = 27.71$$

h) ESAL de diseño

Para hallar el ESAL de diseño se usó los resultados que conseguimos en los pasos anteriores mediante la siguiente fórmula.

$$N_{rep\ de\ EE\ 8.2tn} = (EE(dia-carril) * Fca * 365)$$

TABLA N°9. Nrep de Ejes Equivalentes.

Clasificación Vehicular	EE(dia-carril)	Fca	Días	Total, de Nrep. de Ejes Equivalentes
Autos, Station w. Camionetas y Combis	-	-	-	-
Camión 2E (C-2E)	31.0230	27.71	365	313,771.2755

Fuente: Datos de los propios investigadores, septiembre 2021.

En la tabla 9. Nos muestra que el total de número de repeticiones de ejes equivalentes es de 313,771.2755 y el manual de carreteras nos dice que nuestra vía es de TP2 y se encuentra en los rangos de $300,000.0 < 313,771.2755 < 500,000.0$ EE.

iii. Analizar las propiedades mecánicas del suelo

a) Estudio de Mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos se hizo para poder precisar la humedad del suelo, la granulometría del terreno, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, proctor modificado y CBR; para poder realizar estos estudios se hicieron dos calicatas teniendo en cuenta las normas emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos.

b) Granulometría de suelo

TABLA N°10. Peso de la muestra de cada calicata

PESO	CALICATA N°1	CALICATA N°2
Masa inicial seca (gr)	4320.20	4264.50
Masa Lavada y seca (gr)	2766.49	3099.44

Fuente: Datos de los propios investigadores, octubre 2021.

La tabla 10. Nos muestra el peso de la masa que se obtuvo en cada una de las dos calicatas que se realizaron.

TABLA N°11. Análisis Granulométrico por Tamizado

Abertura de Tamices	Calicata N°1	Calicata N°2
Abertura de Tamices	% acumulado que pasa	% acumulado que pasa
3"	100.0	100.0
2"	100.0	100.0
1 1/2"	100.0	98.4
1"	98.4	96.3
3/4"	96.7	93.8
3/8"	90.9	86.0
#4	86.9	79.9
#10	83.3	67.6
#20	72.7	57.1
#40	60.7	47.0
#60	52.6	40.8
#140	41.2	32.0
#200	36.0	27.3
<200	0.0	0.0

Fuente: Datos de los propios investigadores, octubre 2021.

En la tabla 11. Se observa los datos que se obtuvo en el análisis granulométrico, indicando que la calicata N°1 (C-01) el 50.92% es arena, el 13.11% es grava y el 35.96% son finos. Por otra parte en la calicata N°2 (C-02) el 52.62% es arena, el 20.06% es grava y el 27.32% son finos. (Ver anexo 10)

c) Clasificación de suelos

TABLA N°12. Clasificación de suelos según AASHTO y SUCS

METODO		CALICATA	
		C-01	C-02
Clasificación	AASHTO	A-4 (0)	A-2-4 (0)
	SUCS	SC	SC-SM

Fuente: Datos de los propios investigadores, octubre 2021.

La tabla 12. Nos indica la clasificación de suelos según AASHTO de la calicata 01 es un suelo limoso y el de la calicata 02 es un suelo con presencia de grava y arena. Por otro lado, según el método de SUCS la calicata 01 es arenas arcillosas y la calicata 02 presenta arenas limosas arcillosas.

d) Límites de Consistencia

TABLA N°13. Límites de Atterberg

Límites de consistencia	Calicatas	
	C-01	C-02
L.L(%)	25.10	21.30
L.P(%)	16.30	15.20
I.P(%)	8.80	6.10

Fuente: Datos de los propios investigadores, octubre 2021.

En la tabla 13. se muestra los límites de Atterberg obtenidos de cada calicata tras realizar los estudios de suelo requeridos, para más detalles ver el Anexo 11.

e) Determinación del Contenido de Humedad de Suelo

TABLA N°14. Contenido de Humedad de Suelo

Contenido de Humedad Promedio	Calicatas	
	C-01	C-02
Contenido de Humedad ASTM D2216 (%)	3.00	3.07

Fuente: Datos de los propios investigadores, octubre 2021.

La tabla 14. Indica el contenido de humedad promedio de las dos calicatas tras realizar los estudios de suelo correspondientes, para obtener más detalles observar el Anexo 10.

f) Ensayo de Proctor Modificado y CBR

TABLA N°15. Ensayo de Proctor Modificado y CBR

Ensayo		Calicatas	
		C-01	C-02
Proctor Modificado	Máxima Densidad Seca(gr/cm ³)	2.05	2.08
	Contenido de Humedad Optima	6.85	6.90
CBR	CBR 100%	17.4	22.4
	CBR 95%	11.0	13.1

Fuente: Datos de los propios investigadores, octubre 2021

En la tabla 15. Nos los resultados obtenidos en la muestra el ensayo de Proctor modificado y CBR de las dos calicatas, el CBR de la primera calicata es de 17.4 (buena) y el de la segunda calicata es de 22.4 (Excelente).

iv. Comparar el diseño de pavimento flexible tradicional con el diseño de pavimento flexible con el uso de geomalla.

a) Diseño del pavimento flexible (AASHTO 93)

Diseño del pavimento:

De acuerdo al estudio de tráfico vehicular que se obtuvo y siguiendo las normas del manual de carreteras del MTC, se analizó que en el tramo de investigación dio como resultado que es una Carretera de tercera clase con IMDA entre 400-201. (ver anexo 12)

Para realizar los ensayos de CBR para nuestro tramo se tuvo en cuenta el Manual de Carreteras del MTC, donde nos menciona que para el tipo de carretera que tenemos, que es de tercera clase se realiza el estudio cada 2km; se hizo el estudio para 2 tipos de CBR. (ver anexo 12)

Para analizar las propiedades mecánicas del suelo se realizaron los siguientes estudios: granulometría, plasticidad, ensayo de proctor modificado, clasificación de suelos y ensayo CBR de las 2 calicatas realizadas en el tramo a estudiar, de esta manera dándonos el resultado

de que el suelo está formado por estratos donde destaca la presencia de arena arcillosa y grava.

Al realizar los estudios correspondientes para el cálculo de CBR dio por resultado lo siguiente:

TABLA N°16. Valor de CBR de cada una de las calicatas realizadas.

CALICATA	PROGRESIVA	CBR %
C-1	0+000	17.4
C-2	1+200	22.4

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C 2021.

Para realizar el diseño se tomó como dato el CBR más crítico que es:

TABLA N°17. CBR crítico.

CALICATA	CBR%
C-1	17.4

Fuente: Laboratorio C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C 2021.

Periodo de diseño:

El diseño de pavimento flexible en el tramo de la vía al centro poblado de Llactash es de 20 años.

Variables:

Numero acumulado de ejes simples equivalentes (ESAL):

Para poder realizar el estudio de tráfico vehicular se tuvo que realizar el conteo vehicular durante 7 días, esto se hizo con los formatos brindados por el Manual de carreteras del MTC con el formato y clasificación vehicular proporcionado por el MTC, de acuerdo al Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos el tipo de pavimento según el número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes es de TP2.

(Ver Anexo 13).

ESAL = 313,771.2755

Módulo de resiliencia (Mr):

Para desarrollar el módulo de resiliencia (Mr), el manual de carreteras del MTC nos brinda la siguiente formula, donde se usó el CBR crítico.

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

$$Mr(psi) = 2555 * 17.4^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 15,897.99 \text{ psi}$$

Confiabilidad (%R):

Tabla N°18. confiabilidad

Tipos de caminos	Trafico	Eje equivalente acumulados		Nivel de confiabilidad (R)
Caminos de bajo volumen de transito	Tp0	100,000	150,00	65%
	Tp1	150,001	300,00	70%
	Tp2	300,001	500,00	75%
	Tp3	500,001	750,00	80%
	Tp4	750,001	10,000.00	80%

Fuente. Manual de Carreteras – MTC

Según las normas del Manual de carreteras del MTC menciona que para volumen de tráfico de TP2 es de:

$$R\% = 75\%$$

Coeficiente de desviación estándar (Zr):

Tabla N°19. Coeficiente estadístico de la desviación estándar.

Tipos de caminos	Trafico	Eje equivalente acumulados		Nivel de confiabilidad (R)
Caminos de bajo volumen de transito	Tp0	100,001	150,000	-0.385
	Tp1	150,001	300,000	-0.524
	Tp2	300,001	500,000	-0.674
	Tp3	500,001	750,000	-0.842
	Tp4	750,001	10,000.000	-0.842

Fuente. Manual de Carreteras – MTC

Para obtener el valor del coeficiente de desviación estándar se debe de tomar en cuenta las recomendaciones del manual de carreteras del MTC

para encontrar este valor se debe de tener el nivel de confiabilidad y el rango de tráfico que es TP2, dándonos como valor según tabla:

$$Z_i = 0.674$$

Desviación estándar (So):

Para pavimentos flexibles se aconseja que se debe de usar:

$$S_o = 0.45$$

Índice de Serviciabilidad (PSI):

Índice de Serviciabilidad inicial (PI)

Tabla N°20. Índice de Serviciabilidad inicial (PI)

Tipo de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Índice de serviciabilidad Inicial (pi)
Caminos de bajo volumen de transito	Tp1	150,001	300,000	3.80
	Tp2	300,001	500,000	3.80
	Tp3	500,001	750,000	3.80
	Tp4	750,001	1,000,000	3.80

Fuente. Manual de Carreteras – MTC

Para poder determinar el PI se tomó en cuenta el Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC, para ello se tuvo en cuenta que la vía es de bajo nivel de tránsito vehicular y es de tipo TP2 tal como se muestra en la tabla.

$$PI = 3.80$$

Indice de serviciabilidad final (Pt)

Tabla N°21. Índice de serviciabilidad final (pt)

Tipo de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Índice de serviciabilidad Inicial (pi)
Caminos de bajo volumen de transito	Tp1	150,001	300,000	2.00
	Tp2	300,001	500,000	2.00
	Tp3	500,001	750,000	2.00
	Tp4	750,001	1,000,000	2.00

Fuente. Manual de Carreteras – MTC

Para poder determinar el Pt se tomó en cuenta el Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC, para ello se tuvo en

cuenta que la vía es de bajo nivel de tránsito vehicular y es de tipo TP2 tal como se muestra en la tabla.

$$P_t = 2.00$$

Variación de serviciabilidad final (ΔPSI)

Tabla N°22. Variación de serviciabilidad final

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Índice de serviciabilidad Inicial (P_i)
Caminos de bajo volumen de tránsito	Tp ₁	150,001	300,000	1.80
	Tp ₂	300,001	500,000	1.80
	Tp ₃	500,001	750,000	1.80
	Tp ₄	750,001	1,000,000	1.80

Fuente. Manual de Carreteras – MTC

Se desarrolla el valor de la variación de serviciabilidad mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta PSI = P_i - P_t$$

$$\Delta PSI = 3.80 - 2.00 = 1.80$$

Número estructural propuesto (SNR):

- Datos para el cálculo número del estructural de la subrasante (SN3)

$$W_{18} = 313,771.2755$$

$$CBR\% = 17.4$$

$$M_r(\text{psi}) = 15,897.99$$

$$R\% = 75$$

$$Z_r = -0.674$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

Se realizó el proceso por el método de la ecuación AASHTO 93 de todos los datos obtenidos, teniendo en cuenta el CBR del 17.4%, dando como resultado lo siguiente:

Figura N°4. SOFTWARE AASHTO 93 SN3

Fuente: Datos de los propios investigadores, noviembre 2021.

SN3 = 1.93

○ Datos para el cálculo del número estructural de la Subbase (SN2)

W18 = 313,771.2755

CBR% = 40

Mr.(psi) = 27,083.78

R% = 75

Zr = - 0.674

So = 0.45

$\Delta PSI = 1.80$

Para poder resolver el numero estructural de la subbase se realizó el mismo procedimiento con el AASHTO 93, teniendo en cuenta el CBR del 40%, de esta manera se obtuvo el valor de:

Figura N°5. SOFTWARE AASHTO 93 SN2

Fuente: Datos de los propios investigadores, noviembre 2021.

SN2= 1.56

- Datos para el cálculo del número estructural de la Base (SN1)

W18 = 313,771.2755

CBR% = 80

Mr.(psi) = 42,205.44

R% = 75

Zr = - 0.674

So = 0.45

$\Delta PSI = 1.800$

Para poder resolver el numero estructural de la base se realizó el mismo procedimiento y se usó las mismas fórmulas que el de la subbase teniendo en cuenta un CBR de 80%, de esta manera se obtuvo el valor de:

Figura N°6. SOFTWARE AASHTO 93 SN1

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It is configured for flexible pavement with the following inputs: Reliability (R) at 75%, Standard Deviation (So) at 0.45, Initial PSI at 3.80, Final PSI at 2.00, and Resilient Modulus (Mr) at 42205.44 psi. The analysis type is set to 'Calcular SN', resulting in a calculated SN1 value of 1.29. The 'W18' value is also displayed as 313771.2755. Buttons for 'Calcular' and 'Salir' are visible at the bottom.

Fuente: Datos de los propios investigadores, noviembre 2021.

SN1 = 1.29

Coeficiente estructural de las capas del pavimento

Para desarrollar el coeficiente estructural de capas del pavimento tomamos en cuenta los datos que tomamos del Manual de carreteras, suelos, geologías, geotecnia y pavimentos del MTC.

TABLA N°23. Coeficiente estructural de las capas del pavimento

capa superficial	base granular	sub base
a1 = 0.17/cm	a2 = 0.052/cm	a3 = 0.047/cm
a1=0.432/pulg	a2=0.132/pulg	a3=0.119/pulg

Fuente. Manual de carreteras MTC.

Coeficiente de drenaje

TABLA N°24. Coeficiente de drenaje

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

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

Mediante la tabla de calidad de drenaje se especificó que el coeficiente de drenaje demora en descargar el agua almacenada en un día, de esta manera se determinó que la calidad es buena.

El valor recomendado para el coeficiente de drenaje, se determinará de la guía de diseño de estructuras de pavimento AASHTO 93, y se consideró como valor: $m_2=m_3=1.00$

Determinación de los espesores de la capa estructural

Capa asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{1.29}{0.17} = 7.58$$

$$D_1 = 2.98''$$

El Manual de carreteras del MTC manifiesta que para una vía de TP2 el valor máximo que se debe considerar para la capa asfáltica será de 60mm (2"), por esta razón tuvimos en cuenta que:

$$D_1 = 2''$$

Por consiguiente, modificando el SN1 tenemos:

$$SN_1 = a_1 * D_1$$

$$SN_1 = 0.17 * 2$$

$$SN_1 = 0.34$$

Posteriormente tenemos el espesor de la base granular:

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2}$$

$$D_2 = \frac{1.56 - 0.34}{0.052 * 1.00} = 23.46$$

$$D_2 = 9''$$

De manera que la base granular excede al valor mínimo de 150 mm (6") que el Manual de Carreteras del MTC nos aconsejó se debería usar, se optara por quedar con el espesor que se obtuvo.

Modificando el SN2 tenemos:

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2$$

$$SN_2 = 0.052 * 9 * 1.00$$

$$SN_2 = 0.468$$

Espesor de la subbase granular:

$$D_3 = \frac{SN_3 - SN_2 + SN_1}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{1.93 - (0.468 + 0.34)}{0.047 * 1.00} = 23.87$$

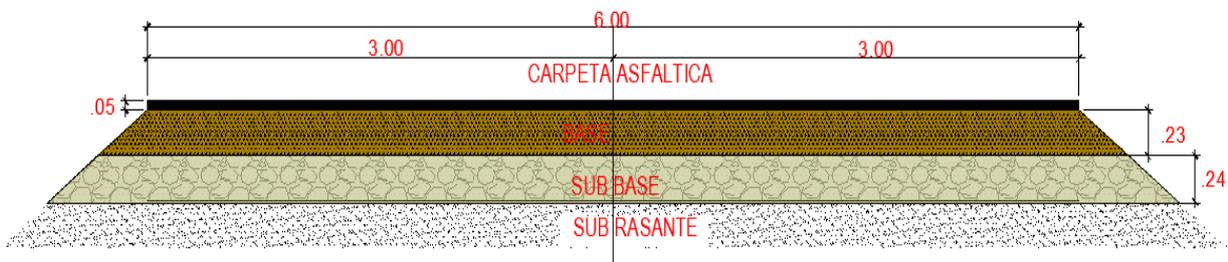
$$D_3 = 9.39''$$

De manera que la base granular excede al valor mínimo de 180 mm (7") que el Manual de Carreteras del MTC nos aconsejó se debería usar, se optara por quedar con el espesor que se obtuvo.

Espesor final de la carpeta asfáltica

- Capa asfáltica = 2" = 5.08 cm = 5 cm
- Base granular = 9" = 22.86 cm = 23 cm
- Sub base granular = 9.39" = 23.85 cm = 24 cm

Figura N°7. Vista en planta del pavimento flexible.



FUENTE: Propia de los investigadores.

La figura 7. Muestra el diseño de pavimento flexible y los espesores subbase: 24cm, base: 23cm y la carpeta asfáltica:5cm, como se muestra en la figura.

b) Diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla

La geomalla biaxial BX4100 se usó para poder reforzar, disminuir las capas asfálticas y brindar una mayor durabilidad al pavimento flexible, para poder diseñar el pavimento flexible con el uso de geomallas se incorporará el coeficiente LCR en la presente ecuación:

$$SN_1 = a_1 * D + a_2 * LCR * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

De manera que:

a_1, a_2 y a_3 = Coeficientes de capas.

D_1, D_2 y D_3 = Espesores de las capas: asfáltica, base y sub base.

m_1 y m_2 = coeficientes de drenaje.

LCR = Este valor se determinará mediante la presente ecuación:

$$LCR = \frac{SN_r - SN_u}{a_2 D_2} + 1$$

Donde:

SN_r = Número estructural reforzado

SN_u = Número estructural no reforzado

La disminución de los espesores de las capas asfálticas con el refuerzo de la geomalla será considerada teniendo en cuenta que no hay capa de subbase como se puede apreciar en la ecuación mostrada.

$$D_2 = \frac{SN_r - a_1 D_1 m_2}{LCR a_2 m_2}$$

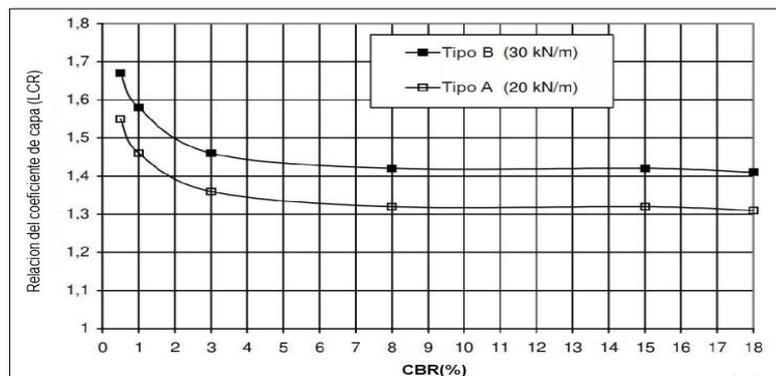
Para poder reducir el espesor de la capa asfáltica se podrá usar la presente ecuación:

$$D_1 = \frac{SN_r - LCR * a_2 D_2}{a_1}$$

Se hizo uso de la figura, donde se obtuvo el espesor D_2 respecto a la base en un pavimento flexible reforzado con geomallas. De acuerdo a los valores (D_1 , D_2 , D_3 , a_1 , a_2 , m_2)

El numero estructural de la estructura sin refuerzo se puede resolver sin dificultades, pero cuando una parte de la estructura esta reforzada se debe de tener en cuenta el CBR de la subrasante para que así nos facilite el valor LCR que se observa en la figura del diseño.

Figura N°8. Relación del coeficiente de capa (LCR) CBR.



FUENTE: Geomallas Tensar.

Cálculo de pavimento flexible utilizando geomalla:

Espesor de capas de pavimento según diseño:

Comenzamos desarrollando el cálculo de número estructural mediante el método AASHTO 93. Posteriormente se hizo uso de la ecuación de número estructural, luego se obtuvo los valores del número estructural sin uso de geomalla; para desarrollar se aconseja transformar los espesores de cm a pulgadas.

$$SN_1 = a_1 * D_1; SN_1 = (0.432) (2)$$

$$SN_1 = 0.864$$

$$SN_2 = a_2 m_2 D_2; SN_2 = (0.132) (1.00) (9)$$

$$SN_2 = 1.188$$

$$SN_3 = a_3 m_3 D_3; SN_3 = (0.119) (1.00) (9.39)$$

$$SN_3 = 1.117$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3; SN = 0.864 + 1.188 + 1.117$$

$$SN = 3.169$$

Después se halló la estructura al reemplazar la base adjuntada con el número estructural que se determinó, además se reemplazó la base granular por la subbase, de esta manera al determinar los espesores uniformes se obtuvo una similitud del valor de número estructural inicial al cual se le llamo D_3 .

$$SN = 3.169$$

$$SN = a_1 D_1 + a_3 m_3 D_3$$

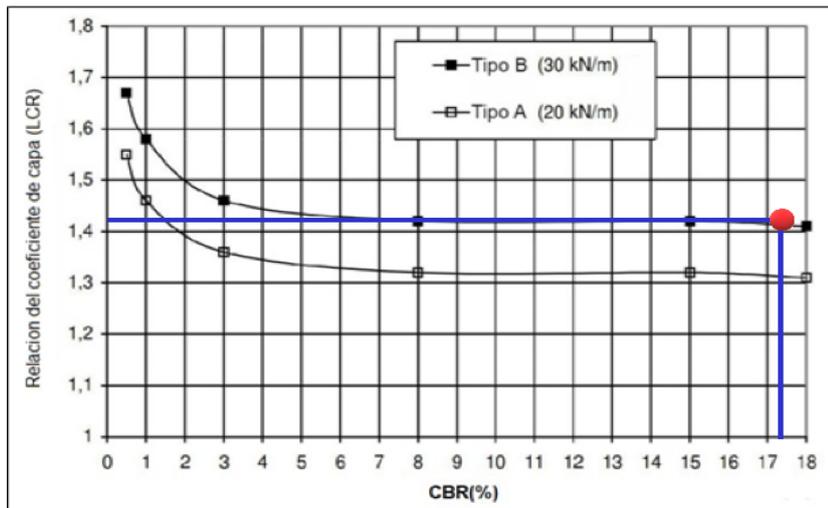
$$3.169 = (0.432) (2) + (0.119) * D_3 * 1.00$$

$$D_3 = \frac{2.305}{(0.119)(1.00)}$$

$$D_3 = 19.369 \text{ pulg}$$

Se procedió a hallar un nuevo espesor para la subbase con el uso de geomalla de 30kn/m que es de tipo B, para este procedimiento se usó la subrasante con CBR=17%.

Figura N°9. Valor de coeficiente de capa (LCR) CBR.



FUENTE: Geomalla Tensar

Para poder analizar y observar la aplicación que tiene la geomalla en el pavimento flexible, de esta manera se obtuvo la reducción de espesor, para ello el número estructural tiene que ser constante:

$$SN_r = SN$$

$$SN_r = 3.169$$

Para el presente procedimiento se realizó el cálculo de un nuevo espesor con el refuerzo de geomalla como parte fundamental de la estructura del pavimento, para ello se empleó la ecuación de número estructural por la metodología AASHTO 93 (SN), en esta ecuación se tomó en cuenta el valor de coeficiente LCR determinado en la figura 3.

$$SN_r = a_1 D_1 + a_3 * LCR * D_3 m_3$$

$$D_{3r} = \frac{(SN_r - a_1 D_1)}{a_3 * LCR * m_3}$$

$$D_{3r} = \frac{(3.169 - (0.432)(2))}{0.119 * 1.41 * 1.00}$$

$$D_{3r} = 13.737 \text{ pulg.}$$

Al obtener el nuevo espesor de la capa con refuerzo de la geomalla, se volvió a hallar la presente ecuación, donde nos arrojó el siguiente resultado:

$$a_3 D_{3r} * m_3 = (0.119) (13.737) (1.00) = 1.634$$

Para este procedimiento, la estructura del pavimento continuará conservando los valores hallados de la capa base y subbase, posteriormente con el numero estructural de la subbase hallada en el procedimiento previo se desarrollará el cálculo de los nuevos espesores:

$$SN_{gr} = a_2 D_{2r} m_2 + a_3 D_{3r} m_3$$

$$1.634 = (0.132) D_{2r} (1.00) + (0.119) D_{3r} (1.00)$$

Después se procedió a realizar iteraciones para de esta manera obtener los espesores viables para la estructural del pavimento flexible. Iniciamos con el desarrollo del espesor de la base, para esto se recomienda que el valor debe ser mayor a 15 cm o 6" pulg. Continuando con el desarrollo usa como constante el espesor de la capa base, para este procedimiento se eligió el valor requerido de 20 cm, esto se hace con la finalidad de despejar y calcular la ecuación que se observa:

$$D_{2r} = 20\text{cm} = 7.87 \text{ pulg.}$$

$$D_{2r} = 8 \text{ pulg.}$$

$$SN_{gr} = a_2 D_{2r} m_2 + a_3 D_{3r} m_3$$

$$1.634 = (0.132) (8) (1.00) + (0.119) D_{3r} (1.00)$$

$$D_{3r} = 4.857 \text{ pulg} = 12.33$$

De esta manera, se llegó a comprobar que la variación no traerá ningún efecto negativo en el desempeño de la estructura del pavimento, de este modo el número de aporte estructural es.

$$(0,132) (8) (1.00) + (0.119) (4.857) (1.00) = 1.633$$

Comparación del diseño de pavimento

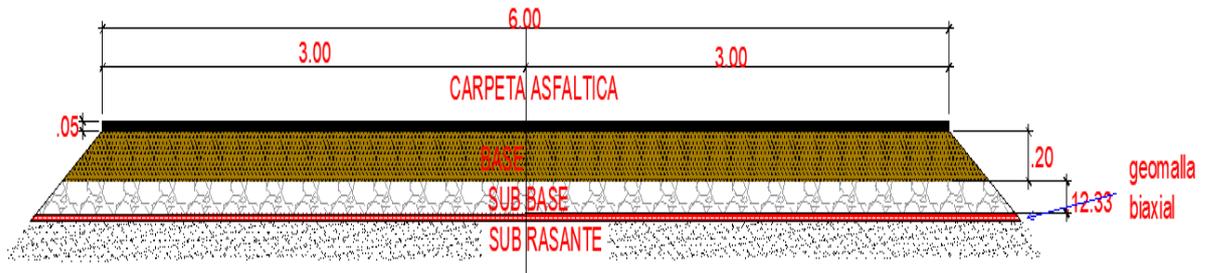
TABLA N°25. Comparación de los espesores del pavimento flexible

Capa	Pavimento Flexible (espesor)	Pavimento Con geomalla (espesor)	Disminución de espesor (%)
Carpeta Asfáltica	5cm	5cm	0
Capa base	23cm	20cm	13.05%
Capa subbase	24cm	12.33 cm	48.62%

Fuente: Propia de los investigadores

En la **tabla 25**. Nos indica la disminución de los espesores de las capas del pavimento flexible al reforzarla con geomalla, dándonos como resultado que la capa subbase disminuyo en un 48.62% y la capa base disminuyo en 13.05%.

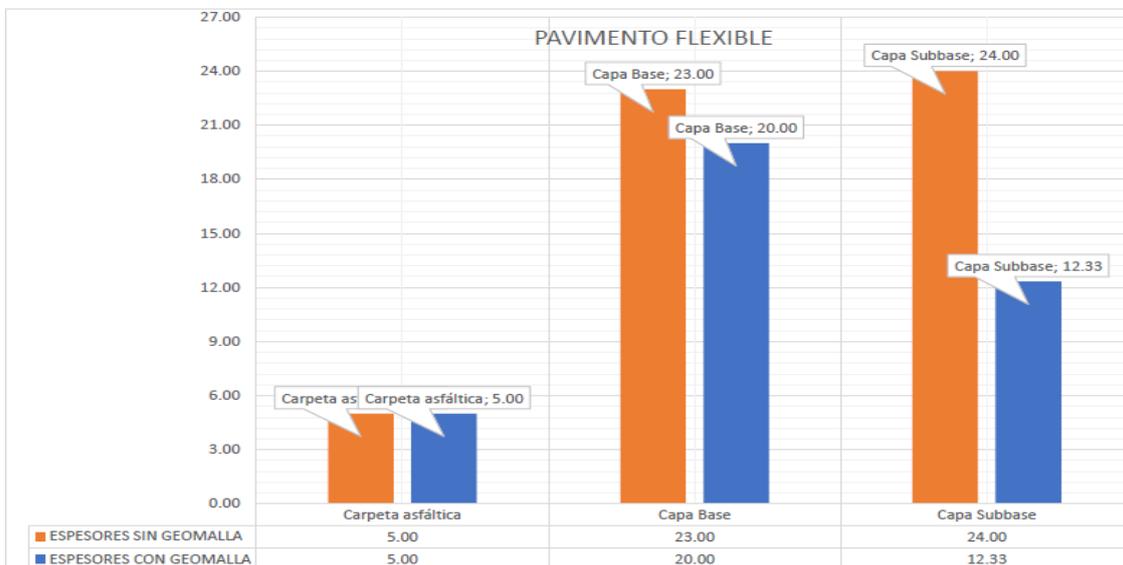
Figura N°10. Vista en planta del diseño de pavimento flexible con geomalla.



FUENTE: Propia de los Investigadores.

La figura 10. Muestra el diseño de pavimento flexible con el refuerzo de la geomalla Tensar BX 4100, dándonos como resultado la reducción de las capas subbase: 12.33 cm y de la base a 20 cm.

Figura N°11. Comparación de los espesores de pavimento flexible



FUENTE: Propia de los investigadores.

La figura 11. Muestra que, al comparar ambos diseños, se concluye que hay disminución de espesores en la capa base de un total de 13.05% y la reducción es el espesor de la subbase es de un total de 48.62%.

V. DISCUSIÓN

En este proyecto de investigación se consideró los objetivos, antecedentes, marco teórico y los resultados conseguidos en nuestro desarrollo del proyecto de investigación, posteriormente se realizó la discusión y similitud de diferentes autores que tienen estudios semejantes con nuestro objetivo general que es: Realizar el Diseño de Pavimento Flexible, haciendo uso de las geomallas en el centro poblado de Llactash, Independencia, Huaraz 2021.

Se puede observar todos los resultados desarrollados en las siguientes tablas 1, 2, 9, 15, en la cual logramos obtener el estudio de tráfico vehicular, levantamiento topográfico y mecánica de suelos. Esto para posteriormente realizar el diseño de pavimento flexible con geomalla y el diseño de pavimento flexible sin el refuerzo de geomalla; todos los resultados conseguidos permanecieron dentro de las normas constituidas por el Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC, además del diseño Geométrico (DG-2018) del MTC, el diseño de pavimento se realizó con el método convencional de AASHTO 93, de esta manera comprobamos que nuestra hipótesis es certificada y aceptada con los resultados que se desarrollaron en los cálculos del diseño de pavimento flexible con y sin uso de geomalla.

Los resultados obtenidos fueron ordenados en el anexo 21 (Ver tabla 41), estos resultados son: ESAL w18 (313,771.2755), Modulo de resiliencia (15,897.99), confiabilidad (75%), el coeficiente estadístico de desviación estándar normal (-0.674), desviación estándar combinada (0.45), serviciabilidad inicial (3.80), serviciabilidad final (2.00), variación de serviciabilidad PSI (1.80), numero estructural requerido SNR (1.87), estos datos son necesarios para realizar el diseño de pavimento flexible mediante el método de AASHTO 93.

Objetivos Específicos:

Primer objetivo específico. Analizar la topografía del terreno, se realizó el levantamiento topográfico en la vía de acceso al centro poblado de Llactash que es un tramo de km 1+200 metros lineales, para luego desarrollar el diseño geométrico y los planos requeridos en el CIVIL 3D, al realizar el diseño geométrico conforme al Manual DG 2018, nos dio como resultado que el terreno tiene pendientes transversales que van desde el 51% al 100%, mientras que la pendiente longitudinal tiene un valor de un 10%, es por ello que el terreno se considera accidentado. La velocidad para el diseño que se consideró según norma es de 40 km/h.

De la misma manera en el estudio de los **autores Quispe y Vargas (2020)**, manifiesta que al realizar el levantamiento topográfico y posteriormente el diseño geométrico obtuvieron como resultado que el terreno que analizaron es de pendiente transversal de 48% a 96% y la longitudinal es de 13% y la velocidad de diseño que estos autores consideraron para su diseño es de 30 km/h, es necesario manifestar que los resultados son semejantes ya que este estudio de investigación es también aplicado en vías de poca transpirabilidad vehicular y el tramo de vía es apartado de la ciudad.

Segundo objetivo específico. Determinar el Índice medio Diario anual de la carretera, en nuestro desarrollo de proyecto de investigación se observa en nuestra tabla 1 el índice medio, diario, semanal (IMDS) que es de 214 vehículos, posteriormente se realizó el índice medio diario anual (IMDA) (tabla 2), que es de 205 vehículos, después se calculó el ESAL dándonos el resultado de ejes equivalentes de 313,771.2755 como se muestra en la tabla 9, finalmente se concluye que nuestra carretera es de TP2.

Los resultados que obtuvimos son similares a los del **autor Veramendi (2018)**, este autor tuvo como resultado en el índice medio, diario semanal a 199 vehículos y su índice medio, diario, anual fue de 200 vehículos, el ESAL fue de 940662419 ejes equivalentes, siendo así que es de tipo TP4.

Tercer Objetivo Específico. Analizar las propiedades Mecánicas del suelo, para este desarrollo de proyecto de investigación se realizaron 2 calicatas (C-01 y C-02) para poder realizar los estudios correspondientes

de mecánica de suelos que son: Granulometría para C-01 que es: 35.96% y de la C-03 es de: 27.32%. Para la clasificación de suelos en la calicata 01 se determinó que es de A-4 y la calicata 2 es A-2-4. Para los límites de consistencia de la calicata 01: El Limite Liquido es de 25.10, el Limite plástico es de 16.30 y la índice plasticidad es de 8.80. Los límites de consistencia para la calicata 02: El Limite Liquido es de 21.30, el Limite plástico es de 15.20 y el índice de plasticidad es de 6.10. El CBR para la C-01 es de 17.4% y para la calicata C-02 es de 22.4%.

De otro modo los **autores Cruz y Figueroa (2020)**, para el estudio de mecánica de suelos realizaron 3 calicatas ya que su muestra es de km 1+580 metros lineales, esto se realizó según los parámetros del MTC (cada 500 metros), el tipo de suelo que obtuvieron después del análisis de laboratorio fue para la calicata 1 de A-1-b (0) para la calicata 2 es de A-6(0) y para la calicata 03 es de A-2-6(1), esto quiere decir que su suelo presenta grava arcillosa, grava con arena gruesa y arcilla plástica. Con respecto al CBR para la C-01 es de 35.28%, para la C-02 es de 32.34% y para la calicata C-03 es de 23.52% esto quiere decir que su CBR va entre bueno a Excelente.

Cuarto Objetivo Específico. Comparar el diseño de pavimento flexible con el método AASHTO 93 y el diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas, los resultados obtenidos en el diseño de pavimento flexible sin geomalla son: carpeta asfáltica es de 5cm, espesor de la capa base es de 23 cm y el espesor de la subbase es de 24cm. Los resultados obtenidos al reforzar el pavimento flexible con geomalla Biaxial Tensar BX 4100, se obtiene los siguientes resultados: carpeta asfáltica es de 5cm, espesor de la capa base es de 20 cm y el espesor de la subbase es de 12.33 cm. Al comparar ambos diseños como se muestra en la tabla 19, se concluye que hay disminución de espesores en la capa base de un total de 13.05% y la reducción es el espesor de la subbase es de un total de 48.62%.

Los autores **Ames y Bustos (2020)** en su estudio a diferencia de nuestro desarrollo de proyecto de investigación usaron otro tipo de geomalla que es la Tensar BX 1100, dando como resultado la disminución de los espesores de la capa base y subbase, siendo así los datos de los

espesores del diseño de pavimento flexible sin geomalla: carpeta asfáltica = 5cm, capa base= 25 cm, capa subbase= 30cm. Con refuerzo de geomalla los datos obtenidos son los siguientes: carpeta asfáltica= 5cm, capa base = 20 c, capa subbase =16.56 cm. Estos autores al comparar ambos diseños concluyeron que hay disminución en los espesores de la base es total de 20%, en la subbase un total de 44.8%, en la investigación se puede determinar que los autores no solo usaron la geomalla como refuerzo, sino que también para reducir el espesor de las capas asfálticas y mejorar la estabilidad del suelo ya que el LCR que obtuvieron fue 2%.

VI. CONCLUSIONES

Primero. Se realizó el levantamiento topográfico en la vía de acceso al centro poblado de Lactash que es un tramo de km 1+200 metros lineales, el diseño geométrico conforme al Manual DG 2018, nos dio como resultado que el terreno tiene pendientes transversales que van desde el 51% al 100%, mientras que la pendiente longitudinal tiene un valor de un 10%, es por ello que el terreno se considera accidentado. La velocidad para el diseño que se consideró según norma es de 40 km/h.

Segundo. Se desarrolló el conteo vehicular en la vía de acceso al centro poblado de Lactash dándonos como resultado: el índice medio, diario, semanal (IMDS) es de 214 vehículos, el índice medio diario anual (IMDA) es de 205 vehículos, el ESAL dándonos el resultado de ejes equivalentes de 313,771.2755EE, se concluye que nuestra carretera es de TP2.

Tercero. Se analizó las propiedades Mecánicas del suelo, donde se realizaron 2 calicatas (C-01 y C-02) dándonos como resultado: Granulometría para C-01 que es: 35.96% y de la C-03 es de: 27.32%. Para la clasificación de suelos en la calicata 01 se determinó que es de A-4 (suelo limoso) y la calicata 2 es A-2-4. (suelo limoso, gravas y arena). Para los límites de consistencia de la calicata 01: El Limite Liquido es de 25.10, el Limite plástico es de 16.30 y el índice plasticidad es de 8.80. Los límites de consistencia para la calicata 02: El Limite Liquido es de 21.30, el Limite plástico es de 15.20 y el índice de plasticidad es de 6.10. El CBR para la C-01 es de 17.4% (Buena) y para la calicata C-02 es de 22.4% (Excelente).

Cuarto. Se realizó el diseño de pavimento flexible mediante la metodología AASHTO 93, dándonos como resultado los espesores de la carpeta estructural: Carpeta asfáltica 5cm, capa base 23 cm y capa subbase 24 cm.

Quinto. Se realizó el diseño de pavimento flexible con el uso de geomalla biaxial Tensar BX 4100, dándonos como resultado los espesores de la carpeta estructural: Carpeta asfáltica 5cm, capa base 20 cm y la capa subbase 12.33 cm.

Sexto. Al comparar ambos diseños, se concluye que hay disminución de espesores en la capa base de un total de 13.05% y la reducción es el espesor de la subbase es de un total de 48.62%.

VII. RECOMENDACIONES

Primero. Para realizar el diseño de pavimento flexible se recomienda usar los parámetros establecidos por el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos además del Manual de Diseño Geométrico (DG 2018) brindados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, también se recomienda usar el método AASHTO 93.

Segundo. Se recomienda que para realizar estudios de mecánica de suelos se debe excavar una profundidad de 1.50 metros como determina el Manual de carreteras del MTC, para así poder determinar el tipo y la capacidad portante del terreno.

Tercero. Para proyectos de investigación a futuro se recomienda tener en cuenta los tipos de geomallas existentes, además de las especificaciones técnicas y las propiedades que poseen, para que así puedan elegir el tipo de geomalla que mejor se adapte a las necesidades del proyecto a realizar.

Cuarto. Se recomienda hacer uso de la geomalla biaxial para reducir costos, mejorar la carpeta estructural del pavimento, además para reducir los espesores de las capas de la estructura del pavimento y brindar mejor estabilidad al suelo.

REFERENCIAS

1. AASHTO. Standard Specifications for Highway Bridges, 16th ed. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1996. 446 pág.

ISBN: 1560510404

2. Disponible en: https://kupdf.net/download/aashto-standard-specifications-for-highway-bridges-16th-edition-1996-pdf_58d86a96dc0d601d7fc34616_pdf

3. AREVALO, Fredy. utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de la carretera Pedro Carbo – La Estacada. Tesis (Título de ingeniero civil). Guayaquil: Universidad De Guayaquil, Facultad de ciencias matemáticas y físicas, 2016. 68 pág.

Disponible:

http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/15332/1/AR%C3%89VALO_FREDDY_TRABAJO_TITULACI%C3%92N_V%C3%8CASNOVIEMBRE_2016.pdf

4. AHUMADA, Lenny. Análisis económico del pavimento flexible con y sin geomallas en la estructura de la subrasante, vía auxiliar izquierda pk 2+000 – 2+300 del Proyecto Línea Amarilla. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 102 pág.

Disponible: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39544/Ahumada_VLJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5. AMES y BUSTOS. Diseño Comparativo Entre Pavimento Flexible y Pavimento Con Geomalla En El Centro Poblado De Huanchac, Huaraz, Áncash-2019. Tesis (Título de ingeniero civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020. 101 pág.

Disponible: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48295/Ames_MRO-Bustos_AKD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. ASTM D 6433 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. 2007.

7. BUSTAMANTE, Andrés. Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante, con el uso combinado de una geomalla y un geotextil. Cuenca, Ecuador: universidad de cuenca, 2016.

Disponible: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25429/1/tesis.pdf>

8. CORDO, Oscar. Manual de Diseño de Pavimentos en Base al Método AASHTO – 93. 3°ed. La paz: Universidad Nacional de San Juan, 2006. 246 pág.

9. Facultad de ciencias y tecnología. Manual Completo Diseño de Pavimentos. 2°ed. Bogotá: UMSS 2010. 644 pág.

10. GEOSOFT PAVCO. Manual de Diseño con Geosintéticos. 9°ed. Bogotá: Departamento de Ingeniería - Geosistemas PAVCO, 2012. 474 pág.

11. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación. 5. ed. México: McGraw-Hill, 2010. 613pp. ISBN: 978-607-15-0291-9.

12. HINOSTROZA, Hinosgar. Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento. Tesis (Título de Ingeniero civil). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Minas, Geología y Civil, 2018. 168 pág.

Disponible: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2784>

13. JORDAN y SUAREZ (2017). Diseño de pavimento flexible con el uso de geosintético como refuerzo aplicado en las vías de acceso a la ciudadela la milina del cantón salinas. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Disponible: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/4098>

14. KOERNER, Robert. Designing with Geosynthetics. United States of America: Xlibris Corporation. 2012. 253 pág.

ISBN: 978-4628-8288-5.

15. LONDOÑO, Cipriano y ALVAREZ, Jorge. Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. 1°ed. Medellín: Instituto Colombiano de Productores de Cemento, 2008. 114p.

ISBN: 9789589741184

16. MANDUJANO, Javier. Uso de geomallas biaxiales en pavimento flexible para alargar vida útil en suelos de la Asociación Nuevo Amanecer. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020. 60 pág.

Disponible:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57067/Mandujano_CJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

17. MENENDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos. 1°ed. Lima: Instituto de la construcción y gerencia, 2009. 108 pág.

18. MENEDEZ, José. Ingeniería de pavimentos. 2°ed.Lima. Instituto Nacional y Gerencia, 2016. 110 pág.

ISBN: 9786124280160.

19. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2014. 305 pág.

20. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2018. 285 pág.

Disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

21. MIRANDA, Eddy. 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 (Master en Transportes y Conservación Vial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.

Disponible: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5061>

22. MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. 2°ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2002. 378 pág.

ISBN: 9589603629

23. ÑAUPAS, H. y MEJÍA, E. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Colombia: Ediciones de la U. 2015. Disponible: https://edicionesdelau.com/anexosmetodologia_%c3%91aupas_5aed.pdf

24. OREJON, Edward. Propuesta de mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de soporte California-distrito de Ahuac. Tesis (Título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Continental. Facultad de Ingeniería, 2018. 135 pág.

Disponible: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5165>

25. Revista Perú Construye [En línea]. Lima: RPC, 2018 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2021].

Disponible en:

<https://peruconstruye.net/2018/11/16/peru-que-porcentaje-de-la-red-vial-no-esta-pavimentada/#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20Centro%20de%20Comercio,extensi%C3%B3n%20de%2080%20367%20km>

26. Rivera, Julián. La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país. Revista de la Universidad de Piura [En línea]. 5 de diciembre de 2015. [Fecha de consulta: 20 de mayo].

Disponible en:

<http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/#:~:text=Juli%C3%A1n%20Rivera-,%E2%80%9CLa%20red%20vial%20es%20i>

27. SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. México: s.n. 2010.

ISBN: 9701057538.

28. TENAX, TDS006. Design Of Flexible Road Pavements With Tenax Geogrids. 2018.

29. TEX DELTA. Geomallas ebooks sobre no tejido. Lima: Tex Delta Nonwovens tejidos técnicos, 2018.11 pág.

30. TENSAR International Corporation. Propiedades y ventajas en el desempeño de las geomallas tensar triax. 2013.

31. TENSAR International Corporation. Especificaciones de Productos Geomallas Biaxiales Tensar. 2013

32. VASQUEZ, José. comparación entre el diseño de pavimento rígido y flexible reforzados con geomalla biaxial en la pavimentación de la Av. Perú de la ciudad de Chota- Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2020. 205 pág.

Disponible: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3945>

33. YODER y WITCZAK. Deterioro del pavimento por falta de mantenimiento. EEUU.2018

34. TINGAL, William. Comportamiento entre el diseño de pavimento tradicional (AASHTO) y el diseño con geomalla en la pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. 2013.

35. ZORNBERG, J. sistemas de pavimentos reforzados con geosinteticos. Ciencia e ingeniería, 2013. 5-23 pp.

36. SILVA, Mayra. Mejoramiento de la sub-rasante con geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX 160, aplicando a un tramo de la calle Alemania – la molina – Cajamarca 2016. Tesis (Titulación en ingeniería civil). Cajamarca, Perú: universidad privada del Norte 2016.

37. SABOGAL, Fernando Sánchez Copérnico. [en línea]. 6 de noviembre de 2009. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.]

http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/MODULO%20.pdf

39. Sánchez, José. Los métodos de investigación. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

40. Rosa, Jiménez. Metodología de la investigación. La Habana: ciencias médicas, 1998. ISBN: 9592120668.

ANEXOS

ANEXO

ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE (Variable Dependiente)	El pavimento flexible es un tipo de pavimento que está formado por una cobertura asfáltica encima de la base granular, las cargas generadas por el tránsito vehicular son divididas a través del recubrimiento y la capa base pues son las que se encargan de absorber la comprensión del terreno de origen mediante la absorción de tensiones cizallantes. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013 p.11)	En el diseño del pavimento flexible con el uso de geomallas se procederá analizar mediante la observación y la técnica de análisis documental, mecánica de suelos, el conteo de la cantidad de vehículos que transitan por la vía (método IMNA) y usaremos el método ASSHTO 93.	Estudio topográfico	Ficha Topográfico.	Razón
			Estudio de trafico	IMDA	Porcentaje
			Ensayos de mecánica de suelos	Granulometría Límites de Attemberg CBR	Razón, Porcentaje, Intervalo.
GEOMALLAS BIAXIALES (Variable Independiente)	Las geomallas están dentro del grupo de geosintéticos, además son bidimensionales y están fabricadas de materiales polímeros para que de esta manera cumpla una mejor función con el suelo, se usan para mejorar las características de resistencia, recibiendo y distribuyendo fuerzas de tracción y tensión, previniendo patologías en el pavimento. (Tex Delta, 2018 p. 1)	Para realizar el diseño de pavimento flexible con uso de geomallas se procederá a usar las especificaciones técnicas de la geomalla biaxial Tensor Bx 4100	Propiedades	Tamaño de la apertura	Razón
				Capacidad a la tensión	
				Grosor de la costilla	
			Durabilidad	Resistencia al daño	Porcentaje
				Resistencia a la degradación a largo plazo	
				Resistencia a la degradación por exposición uv	
Integridad estructural	Eficiencia de las juntas	Razón			
	Rigidez flexionante general				
	Estabilidad de la apertura				

ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

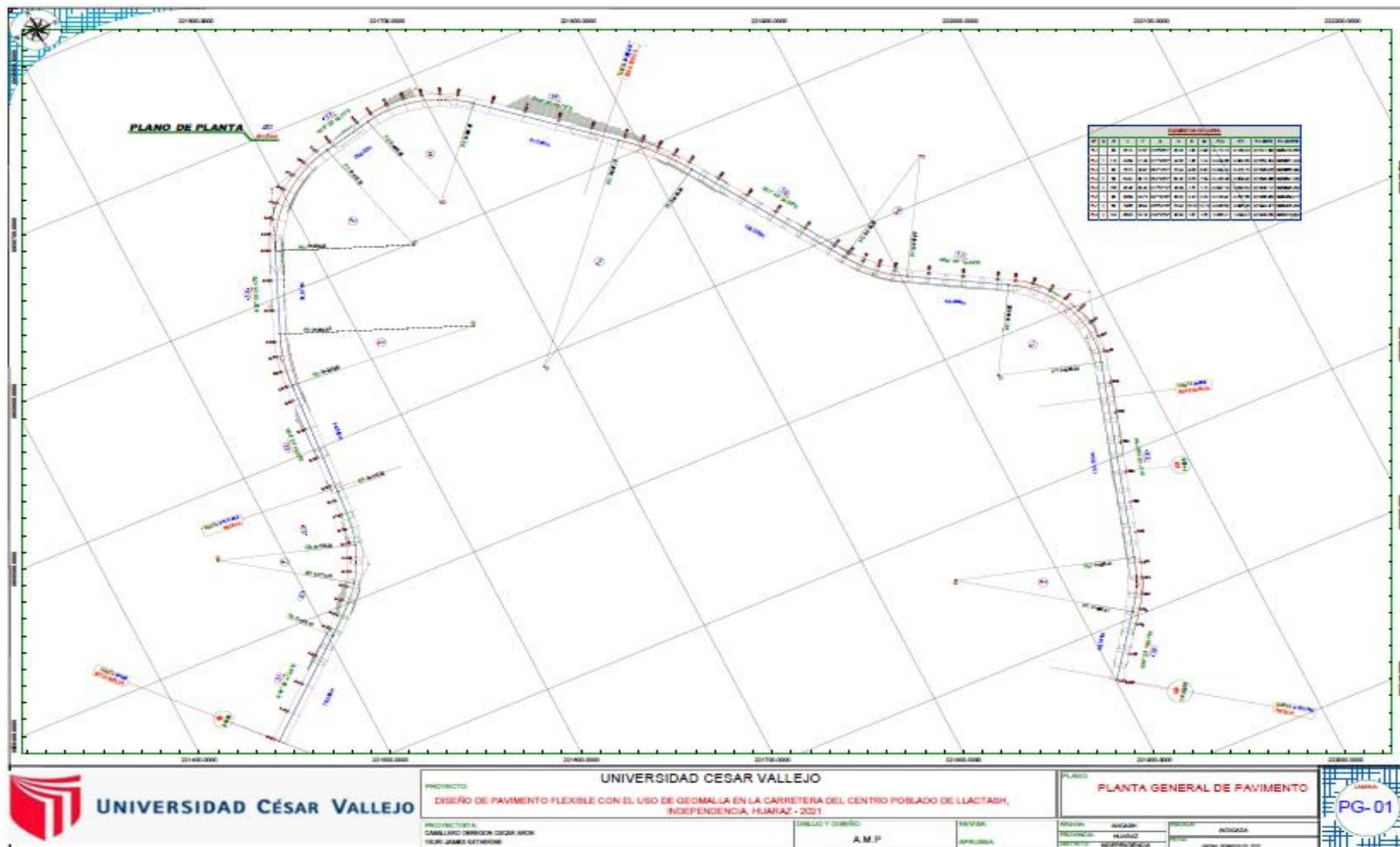
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA		
¿De qué manera influye el diseño de pavimento flexible con geomallas en la transitabilidad vehicular en el centro poblado de Llactash, independenciam, Huaraz-2021?	OBJETIVO GENERAL	el diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la vía, contribuirá en la mejora de la transitabilidad vehicular del centro poblado de Llactash, Independencia, Huaraz 2021.	VARIABLE DEPENDIENTE	Estudio topográfico	Informe topográfico.	TIPO: Aplicativo DISEÑO: experimental-descriptivo ENFOQUE: Cuantitativo POBLACIÓN: Km 1+200 metros lineales MUESTRA: Se tomará km 1 +200 metros lineales, desde la vía de acceso al centro poblado hasta llegar a la entrada de Llactash.		
	realizar el diseño de pavimentos flexible, haciendo uso de las geomallas en el centro poblado Llactash, Independencia, Huaraz 2021.		Pavimento Flexible	Estudio de trafico	IMDA			
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		Ensayos de mecánica de suelos	-Granulometría -Límites de Attemberg -CBR				
	Analizar la topografía del terreno.				VARIABLE INDEPENDIENTE		Propiedades	-Tamaño de la apertura -Capacidad a la tensión -Grosor de la costilla
	Determinar el índice medio diario anual de la carretera.		Geomalla Biaxial	Durabilidad	-Resistencia al daño. -Resistencia a la degradación a largo plazo. -Resistencia a la degradación por exposición uv.			
	Analizar las propiedades mecánicas del suelo.						Integridad estructural	-Eficiencia de las juntas -Rigidez flexionante general -Estabilidad de la apertura
	Comparar el diseño de pavimento flexible tradicional con el diseño de pavimento flexible con el uso de geomalla							

ANEXO 03: FICHA TÉCNICA TOPOGRÁFICA

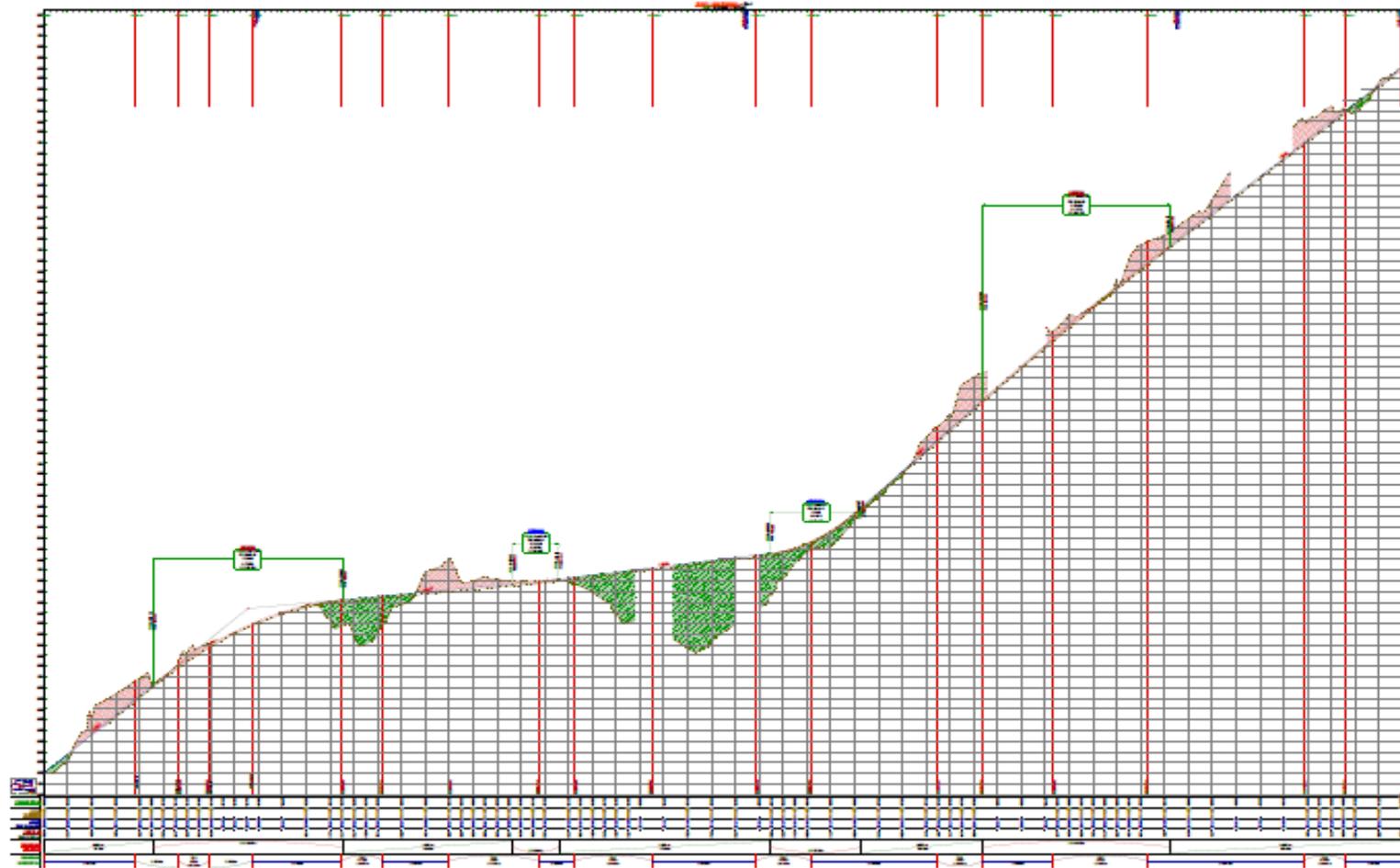
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

PROYECTO: Diseño De Pavimento Flexible Con El Uso De Geomallas en la carretera del Centro Poblado de Llactash, Independencia, Huaraz- 2021”				
DEPARTAMENTO: ANCASH		PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	SECTOR: LLACTASH
INSCRIPCIÓN: E-1 E-2	NORTE: 8 950 322.21 8 950 177.29	ESTE: 221 452.05 221 903.14	ELEVACIÓN (msnm) 2992.50 3057.37	SISTEMA DE PROYECCIÓN
UBICACIÓN DEL PROYECTO				
				
DESCRIPCIÓN:				
TOPÓGRAFO: HAIRO ANTAURCO ESPIRITU	ASISTENTE DE TOPOGRAFÍA: CABALLERO OBREGON OSCAR YAURI JAIMES KATHERINE		FECHA DE LEVANTAMIENTO: 10/09/21	

ANEXO 4. PLANO EN PLANTA DISEÑO GEOMÉTRICO



PLANO DE PERFIL DISEÑO GEOMÉTRICO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLA EN LA CARRETERA DEL CENTRO POBLADO DE LLACTASH,
INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2021

PROYECTISTA:
CAMALLERO ORRISON CÉSAR ANTON
TÍTULO: INGENIERO CIVIL

DISEÑO Y DIBUJO:
APROBADA:

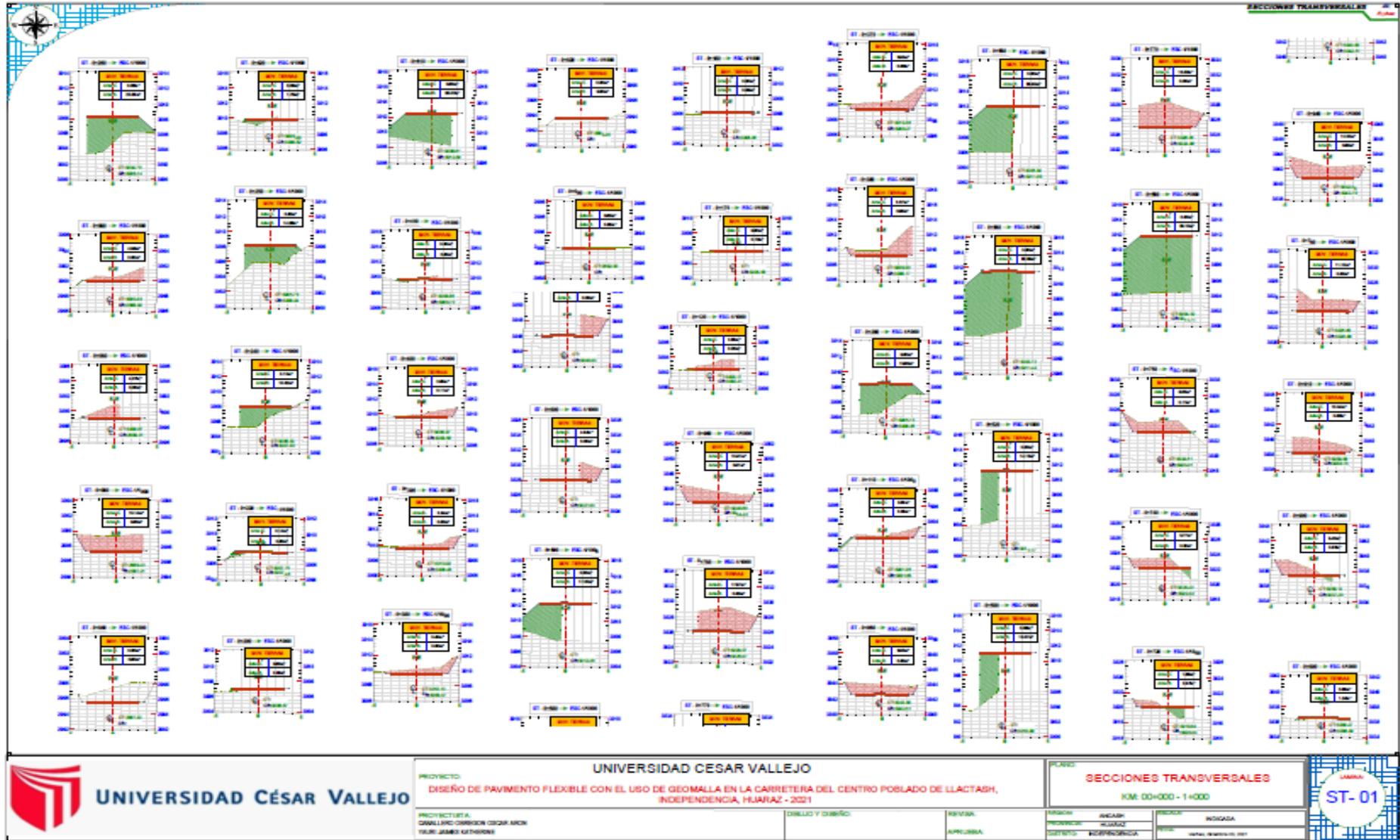
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM. 00+000 - 1+000

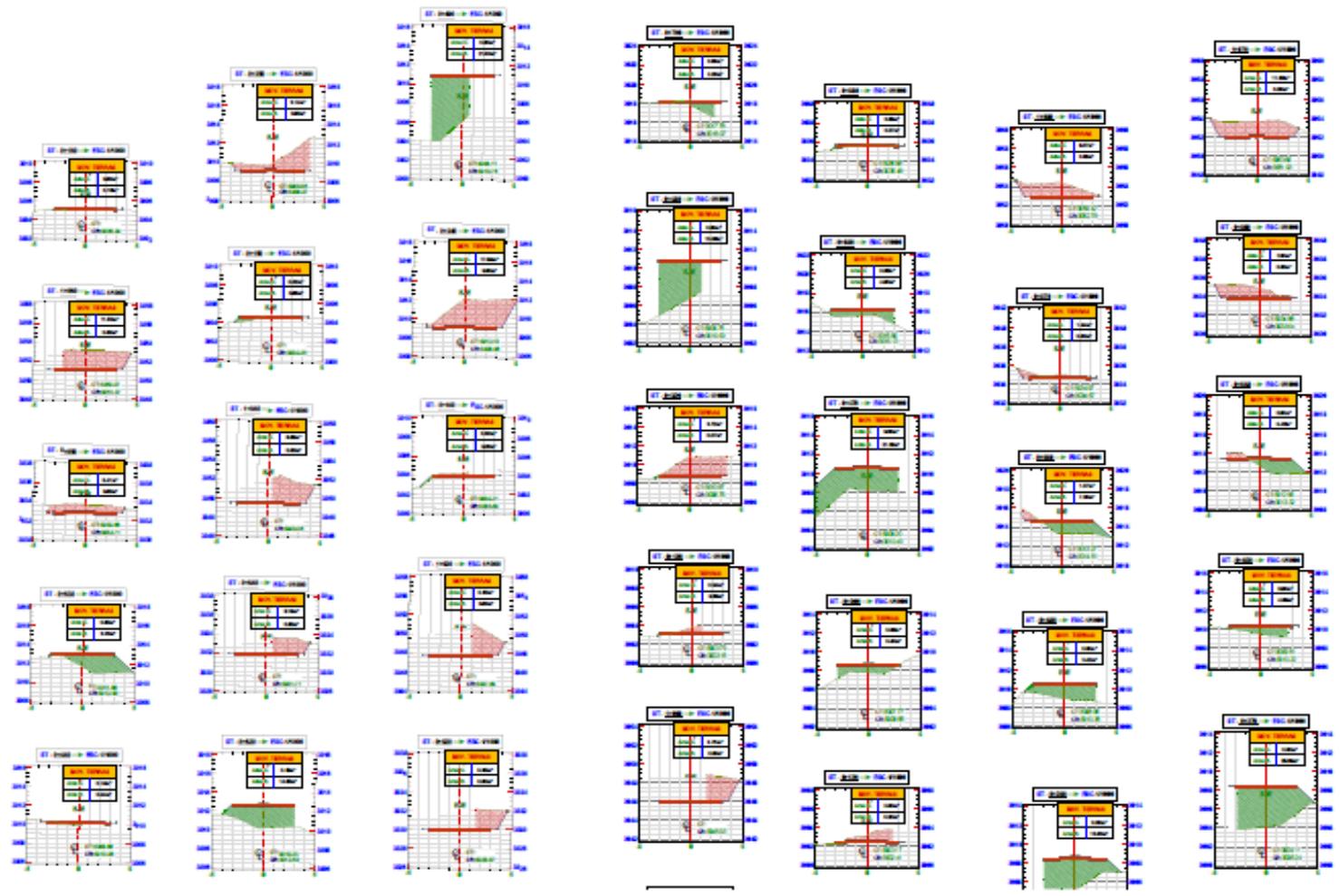
REGION: ANCASH
PROVINCIA: HUARAZ
DISTRITO: HUACABANCA

REGION: INDIAGA
PROVINCIA: INDIAGA
DISTRITO: INDIAGA

PP-01

PLANO DE CORTE





ANEXO 05: Formatos de clasificacion vehiculo

TABLA N°26. Estudio de tráfico Vehicular día sábado



**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA		Entrada -C.P. Llactash			
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Llactash	S →	
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso al -C.P. Llactash KM 0+00				
DÍA	1				

ESTACIÓN		VÍA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN		E-1		
DÍA Y FECHA	SABADO	18	09	2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	AS	16	5	2	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
08-09	AS	10	3	2	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
09-10	AS	14	4	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
10-11	AS	12	2	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
11-12	AS	10	2	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
12-13	AS	10	5	2	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
13-14	AS	12	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
14-15	AS	15	-	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
15-16	AS	10	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
16-17	AS	10	2	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
17-18	AS	12	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
18-19	AS	11	3	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
TOTAL:		142	33	27	0	8	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC: _____

FUENTE: Propia de los investigadores.

TABLA N°27. Estudio de tráfico Vehicular día domingo



FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso -C.P. Llactash			
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Llactash	S →
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso-C.P. Llactash KM 0+00			
DÍA	2			

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO			
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-2			
DÍA Y FECHA	DOMINGO	19	09	2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
07-08	AS	12	2	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
08-09	AS	7	-	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
09-10	AS	13	4	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
10-11	AS	17	3	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
11-12	AS	12	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
12-13	AS	7	1	1	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
13-14	AS	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
14-15	AS	9	3	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
15-16	AS	11	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
16-17	AS	10	2	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
17-18	AS	12	4	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
18-19	AS	13	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
TOTAL:		131	22	12	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC: _____

FUENTE: Propia de los investigadores.

TABLA N°28. Estudio de tráfico vehicular día lunes



FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso -C.P. Liactash		
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Liactash S →
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso -C.P. Liactash KM 0+00		
DÍA	3		

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-3		
DÍA Y FECHA	LUNES	20	09 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STACIÓN WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
07-08	AS	14	4	3	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
08-09	AS	12	4	4	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
09-10	AS	13	3	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
10-11	AS	12	2	2	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
11-12	AS	12	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
12-13	AS	12	4	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
13-14	AS	10	2	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
14-15	AS	12	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
15-16	AS	10	3	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
16-17	AS	11	4	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
17-18	AS	12	1	3	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
18-19	AS	14	4	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
TOTAL:		144	32	25	0	8	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC: _____

FUENTE: Propia de los investigadores

TABLA N°29. Estudio de tráfico vehicular día martes



FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso - C.P. Lactash			
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Lactash	S →
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso -C.P. Lactash KM 0+00			
DÍA	4			

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO			
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-4			
DÍA Y FECHA	MARTES	21	O9	2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STACION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
07-08	AS	12	5	5	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
08-09	AS	14	2	2	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
09-10	AS	11	2	4	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
10-11	AS	11	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
11-12	AS	12	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
12-13	AS	10	2	3	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
13-14	AS	10	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
14-15	AS	11	3	2	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
15-16	AS	13	2	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
16-17	AS	14	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
17-18	AS	10	3	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
18-19	AS	12	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
TOTAL:		140	32	26	0	11	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC: _____

FUENTE: Propia de los investigadores.

TABLA N°30. Estudio de tráfico vehicular día miércoles



**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso-C.P. Llactash			
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Llactash	S →
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso-C.P. Llactash KM 0+00			
DÍA	5			

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-5		
DÍA Y FECHA	MIÉRCOLES	22	09 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
07-08	AS	13	3	4	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
08-09	AS	12	2	2	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
09-10	AS	11	-	3	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
10-11	AS	14	2	1	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
11-12	AS	12	2	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
12-13	AS	13	3	1	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
13-14	AS	11	2	3	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
14-15	AS	12	-	2	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
15-16	AS	12	1	1	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
16-17	AS	14	1	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
17-18	AS	12	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
18-19	AS	12	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
TOTAL:		148	21	24	0	10	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC: _____

FUENTE: Propia de los investigadores.

TABLA N°31. Estudio de tráfico vehicular día jueves



**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso-C.P. Llactash		
SENTIDO	Vía de acceso	←	C.P. Llactash
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso-C.P. Llactash KM 0+00		
DAA	6		

ESTACIÓN	VIA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-6		
DÍA Y FECHA	JUEVES	23	09 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
07-08	AS	13	1	3	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
08-09	AS	12	2	4	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
09-10	AS	10	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
10-11	AS	12	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
11-12	AS	13	2	2	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
12-13	AS	10	3	2	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
13-14	AS	12	3	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
14-15	AS	11	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
15-16	AS	12	-	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
16-17	AS	13	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
17-18	AS	10	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
18-19	AS	11	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
TOTAL:		139	24	24	0	6	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC: _____

FUENTE: Propia de los investigadores.

TABLA N°32. Estudio de tráfico vehicular día viernes



FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso -C.P. Llactash			
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Llactash	S →
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso -C.P. Llactash KM 0+00			
DÍA	7			

ESTACIÓN		VIA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN		E-7		
DÍA Y FECHA	VIERNES	24	09	2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
07-08	AS	14	3	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
08-09	AS	10	3	3	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
09-10	AS	12	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
10-11	AS	12	1	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
11-12	AS	13	2	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
12-13	AS	10	1	4	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
13-14	AS	10	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
14-15	AS	10	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
15-16	AS	11	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
16-17	AS	12	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
17-18	AS	15	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
18-19	AS	10	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
TOTAL:		139	14	18	0	7	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC: _____

FUENTE: Propia de los investigadores.

TABLA N°33. Índice medio diario semanal (IMDS)

FORMATO RESUMEN SEMANAL- CLASIFICACIÓN VEHICULAR



ESTUDIO DE TRÁFICO

INDICE MEDIO DIARIO SEMANAL

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso -C.P. Llactash			
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Llactash	S →
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso -C.P. Llactash KM 0+00			

DÍA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
SABADO	142	33	27	-	8	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184
DOMINGO	131	22	12	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165
LUNES	144	32	25	-	8	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181
MARTES	140	32	26	-	11	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150
MIERCOLES	148	21	24	-	10	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158
JUEVES	139	24	24	-	6	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	164
VIERNES	139	14	18	-	7	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155
TOTAL	140	25	22	0	8	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTCC: _____

FUENTE: Propia de los investigadores.

TABLA N°34. Índice medio diario anual (IMDA)

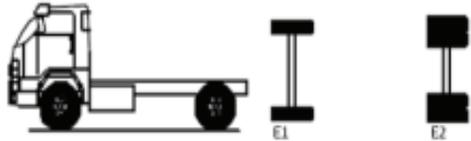
TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso -C.P. Llactash		
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Llactash S →
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO vía de acceso -C.P. Llactash KM 0+00		

IMDA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C2	C3	C4	T2S1/2S2	T2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
																						
IMDS	140	25	22	0	8	0	0	0	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	214
FCE	0.9632					0.9719																
	135	24	21	0	7	0	0	0	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	205

FUENTE: Propia de los investigadores.

ANEXO 6. PESOS Y MEDIDAS DE LOS EJES VEHICULARES

Figura N°12. Peso de los ejes de Camion C2

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C2								12.30
	$EE_{E1} = [P / 6.5]^4$	$EE_{E2} = [P / 6.2]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	10						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C2
Peso	7	10						3.477
Factor E.E.	1.265	2.212						

FUENTE: Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos.

Figura N°13. Peso de los ejes de Camion C2

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C3								13.20
	$EE_{E1} = [P / 6.5]^4$	$EE_{E2} = [P / 15.1]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8					
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16						
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem						
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C3
Peso	7	16						2.526
Factor E.E.	1.265	1.261						

FUENTE: Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos.

ANEXO 7. Tasa de Crecimiento PBI – Áncash.

TABLA N°35. Tasa de Crecimiento PBI – Áncash.

Actividades	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	3.3	4.1	4.5	4.1	4.2	4.4	4.3	5.6	5.6	5.2	4.5	4.3	4.8	5.0
Pesca y Acuicultura	3.3	3.2	4.1	3.2	3.2	1.7	3.8	1.2	2.4	3.4	2.3	4.7	2.8	3.0
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	55.0	46.5	40.7	44.7	46.9	46.0	40.0	33.2	33.2	32.3	38.8	36.0	33.4	36.0
Manufactura	9.2	11.2	10.1	9.6	10.2	9.4	11.6	10.2	10.7	11.1	9.0	11.1	10.5	11.3
Electricidad, Gas y Agua	1.9	2.1	2.3	1.9	1.7	1.8	1.7	2.2	2.6	3.2	2.8	2.6	2.9	2.9
Construcción	4.3	6.3	7.5	7.9	6.4	6.3	6.7	8.3	6.7	5.9	5.8	6.5	6.9	6.7
Comercio	4.4	5.5	5.8	5.7	5.7	6.2	6.3	7.4	7.0	7.0	6.4	6.0	6.6	5.7
Transporte, Almacén., Correo y Mensajería	2.4	2.8	3.2	3.1	3.1	3.4	3.6	4.5	4.9	4.8	4.3	3.7	4.2	3.5
Alojamiento y Restaurantes	1.8	2.1	2.5	2.4	2.5	2.9	3.2	3.9	3.9	4.0	3.9	3.8	4.2	2.2
Telecom. y Otros Serv. de Información	1.1	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6
Administración Pública y Defensa	2.6	3.1	4.1	3.8	3.6	4.1	4.4	5.7	5.7	5.7	5.4	5.0	5.4	5.6
Otros Servicios	10.7	11.8	13.9	12.4	11.3	12.6	13.1	16.2	15.9	16.0	15.4	14.9	16.8	16.5

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

ANEXO 8. Tasa de Crecimiento Poblacional según Provincia.

TABLA N°36. Tasa de Crecimiento Poblacional según Provincia.

POBLACIÓN	2007		2017		Variación intercensal 2007 - 2017		Tasa de Crecimiento
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Promedio Anual
Total	1 063 459	100,0	1 083 519	100,0	20 060	1,9	0,2
Huaraz	147 463	13,9	163 936	15,1	16 473	11,2	1,1
Aija	7 995	0,8	6 316	0,6	- 1 679	-21,0	-2,3
Antonio Raymondi	17 059	1,6	13 650	1,3	- 3 409	-20,0	-2,2
Asunción	9 054	0,9	7 378	0,7	- 1 676	-18,5	-2,0
Bolognesi	30 725	2,9	23 797	2,2	- 6 928	-22,5	-2,5
Carhuaz	43 902	4,1	45 184	4,2	1 282	2,9	0,3
Carlos Fermín Fitzcarrald	21 322	2,0	17 717	1,6	- 3 605	-16,9	-1,8
Casma	42 368	4,0	50 989	4,7	8 621	20,3	1,9
Corongo	8 329	0,8	7 532	0,7	- 797	-9,6	-1,0
Huari	62 598	5,9	58 714	5,4	- 3 884	-6,2	-0,6
Huarmey	27 820	2,6	30 560	2,8	2 740	9,8	0,9
Huaylas	53 729	5,1	51 334	4,7	- 2 395	-4,5	-0,5
Mariscal Luzuriaga	23 292	2,2	20 284	1,9	- 3 008	-12,9	-1,4
Ocos	9 196	0,9	7 039	0,6	- 2 157	-23,5	-2,6
Pallasca	29 454	2,8	23 491	2,2	- 5 963	-20,2	-2,2
Pomabamba	27 954	2,6	24 794	2,3	- 3 160	-11,3	-1,2
Recuay	19 102	1,8	17 185	1,6	- 1 917	-10,0	-1,1
Santa	396 434	37,0	435 807	40,2	39 373	9,9	1,0
Sihuas	30 700	2,9	26 971	2,5	- 3 729	-12,1	-1,3
Yungay	54 963	5,2	50 841	4,7	- 4 122	-7,5	-0,8

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

ANEXO 9. Parque Vehicular Estimado 2007-2017.

TABLA N°37. Parque Vehicular Estimado 2007-2017.

DEPARTAMENTO	2007 ^R	2008 ^R	2009	2010	2011	2012	2013 ^R	2014	2015	2016	2017
TOTAL	1 534 303	1 640 970	1 732 834	1 849 690	1 979 865	2 137 837	2 287 875	2 423 696	2 544 133	2 661 719	2 786 101
Amazonas	2 168	2 218	2 292	2 390	2 407	2 400	2 351	2 314	2 275	2 273	2 227
Ancash	20 354	21 001	21 309	22 086	23 322	25 418	27 542	29 573	31 213	33 542	34 923
Apurímac	3 916	3 934	3 973	3 969	3 966	4 039	4 083	4 139	4 192	4 216	4 177
Arequipa	84 829	91 674	98 270	106 521	118 985	134 533	149 892	164 302	176 315	187 929	200 560
Ayacucho	4 153	5 404	5 572	5 716	5 784	5 941	5 968	6 021	6 022	6 041	6 015
Cajamarca	11 255	12 383	13 563	15 107	17 320	19 673	21 461	22 664	23 740	24 943	26 224
Cusco	37 592	39 688	42 175	45 090	48 491	53 675	59 459	64 820	69 213	73 997	79 874
Huancavelica	1 103	1 216	1 291	1 319	1 317	1 323	1 300	1 315	1 286	1 286	1 259
Huánuco	10 892	11 255	11 382	11 864	12 576	13 476	14 261	14 911	15 648	16 382	16 915
Ica	23 170	25 498	25 691	26 135	26 419	26 551	26 398	26 439	26 715	27 092	27 423
Junín	46 091	47 769	49 404	51 094	53 118	56 237	59 019	61 933	64 576	67 049	69 760
La Libertad	153 251	155 411	156 646	158 672	162 026	167 325	172 968	178 433	183 931	190 073	196 040
Lambayeque	39 930	41 920	43 689	45 881	49 440	53 902	58 142	61 896	65 160	68 261	71 328
Lima y Callao	957 368	1 036 850	1 106 444	1 195 353	1 287 454	1 395 576	1 498 037	1 590 755	1 674 145	1 752 919	1 837 347
Loreto	5 154	5 132	5 089	5 089	5 211	5 313	5 443	5 533	5 501	5 501	5 489
Madre de Dios	870	913	941	986	1 027	1 062	1 123	1 136	1 161	1 223	1 308
Moquegua	11 418	12 202	12 692	13 348	14 003	14 608	14 944	14 979	14 931	14 931	14 887
Pasco	6 075	6 807	7 187	7 351	7 292	7 238	7 108	6 956	6 804	6 804	6 660
Piura	32 314	33 497	34 650	36 367	39 099	42 404	46 029	49 576	52 390	55 060	57 740
Puno	28 062	29 889	31 645	34 169	37 074	40 543	43 477	45 056	46 200	47 696	49 387
San Martín	9 969	9 917	9 977	10 151	10 418	10 926	11 271	11 648	12 047	12 358	12 669
Tacna	33 944	35 911	38 457	40 465	42 318	44 430	45 960	47 180	48 201	49 382	50 858
Tumbes	3 042	3 040	3 054	3 086	3 119	3 257	3 320	3 372	3 415	3 451	3 423
Ucayali	7 383	7 441	7 441	7 481	7 679	7 987	8 319	8 745	9 052	9 310	9 608

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI

ANEXO 10: Especificaciones generales de la geomalla biaxial



Tensar International Corporation
2500 Northwinds Pkwy, Suite 500
Alpharetta, Georgia 30009
Phone: 800-TENSAR-1
www.tensarcorp.com

Especificación de Producto – Geomalla Biaxial BX4100

Tensar International Corporation se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto en cualquier momento. Es responsabilidad de quién especifica y de quién compra el asegurarse de que las especificaciones del producto son las vigentes y apropiadas para cada caso.

Tipo de Producto: Geomalla Biaxial de estructura Integral
Polímero: Polipropileno
Mecanismo de transferencia de carga: Trabazón Mecánica Positiva
Aplicaciones principales: Sistema Spectra (Refuerzo de BASE, mejoramiento de Subrasante)

Propiedades del Producto

Propiedades Índices	Units	MD Values ¹	XMD Values ¹
• Tamaño de Apertura ²	mm (in)	33 (1.3)	33 (1.3)
• Grosor mínimo de la costilla ²	mm (in)	0.76 (0.03)	0.76 (0.03)
• Capacidad a la Tensión @ 2% de esfuerzo ³	kN/m (lb/ft)	4.0 (270)	5.5 (380)
• Capacidad a la Tensión @ 5% de esfuerzo ³	kN/m (lb/ft)	8.0 (550)	10.5 (720)
• Capacidad Última a la Tensión ³	kN/m (lb/ft)	12.8 (880)	13.5 (920)

Integridad Estructural

• Eficiencia de las Juntas o Nodos ⁴	%	93	
• Rigidez Flexionante General ⁵	mg-cm	250,000	
• Estabilidad de la Apertura ⁶	m-N/deg	0.28	

Durabilidad

• Resistencia al Daño durante Instalación ⁷	%SC / %SW / %GP	90 / 83 / 70	
• Resistencia a la Degradación a largo plazo ⁸	%	100	
• Resistencia a la Degradación por exposición UV ⁸	%	100	

Dimensiones y entrega

La geomalla biaxial debe ser entregada en campo en rollos identificados individualmente. Los rollos son enviados de acuerdo a las siguientes dimensiones nominales:

- Ancho de 3.0 metros (9.8 pies) y largo de 75 metros (246 pies).
- Ancho de 4.0 metros (13.1 pies) y largo de 75 metros (246 pies).

Notas:

1. Excepto cuando se indique lo contrario, los valores que se muestran son valores promedios mínimos de rollo, MARV, según determinados mediante ensayo ASTM D4759-02. En las notas a continuación se incluye una breve descripción del ensayo:
2. Dimensiones nominales.
3. Determinado de acuerdo al ensayo ASTM D6637-10 Método A.
4. Capacidad de transferencia de carga determinada de acuerdo al ensayo ASTM D7737-11.
5. Resistencia a las fuerzas de flexión determinada de acuerdo al ensayo ASTM D7748/D7748M-14.
6. Resistencia al movimiento rotacional del plano determinada de acuerdo al ensayo ASTM D7864/D7864M-15.
7. Resistencia a la pérdida de capacidad o integridad estructural al estar sujeta a esfuerzos debido a instalación mecánica en arenas arcillosas (SC), arenas bien gradadas (SW) y roca triturada clasificada como grava pobremente gradada (GP). Las muestras de la geomalla deben ser tomadas siguiendo el método ASTM D5818 y la capacidad de carga se debe determinar siguiendo el método ASTM D6637.
8. Resistencia a la pérdida de capacidad de carga o pérdida de integridad estructural cuando se expone la geomalla a ambientes químicamente agresivos determinada de acuerdo al ensayo de inmersión EPA 9090.

ANEXO 11: Ficha de analisis de mecanica de suelos

Resumen del laboratorio C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

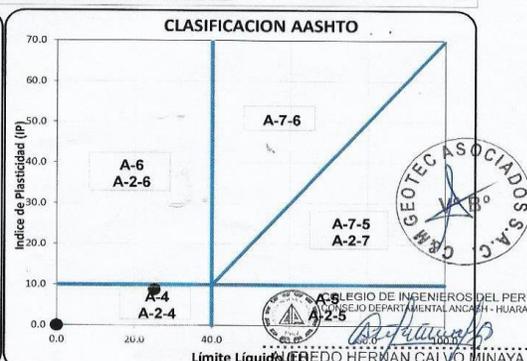
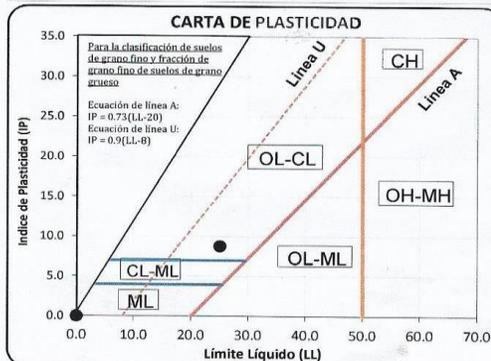
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA	: Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR	: Inretesado
LUGAR	: Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Septiembre 2021	N° de Registro	: CM.P.057-2021

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR (ASTM D2487, D3282, NTP 339.134, 339.135)

DATOS DE LA MUESTRA	MATERIAL CALICATA MUESTRA	Subrasante C-01
	PROFUNDIDAD	Mab-01
		0.00 - 1.50 m
PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE PORCIÓN DE MATERIAL < 3"	3"	100.00
	2"	100.00
	1 1/2"	100.00
	1"	98.40
	3/4"	96.72
	3/8"	90.92
	# 4	86.89
	# 10	83.26
	# 20	72.68
	# 40	60.75
# 60	52.59	
# 140	41.18	
# 200	35.96	
COEF. DE UNIFORMIDAD	Cu	--
COEF. DE CURVATURA	Cc	--
PORCENTAJE DE MATERIAL	GRAVA	13.11
	ARENA	50.92
	FINOS	35.96
MITAD DE FRACCIÓN GRUESA		32.02
LÍMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	25.10
	L.P.	16.30
	I.P.	8.80
CONTENIDO HUMEDAD (%)		3.00
INDICE DE GRUPO		0
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	AASHTO	A-4(0)
	SUCS	SC
DESCRIPCIÓN DE SUELOS		Arena arcillosa

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD



NOTA : La muestra es proporcionado e identificado por el interesado



Contenido de Humedad, C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA	: Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR	: Inetresado
LUGAR	: Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Septiembre 2021	N° de Registro:	: CM.P.057-2021

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO (ASTM D2216, NTP 339.127, MTC E108)

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-01	PROGRESIVA	: -- MATERIAL : Subrasante
MUESTRA	: Mab-01	LADO	: -- PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

DESCRIPCION	UNID.	ENSAYO	
		M - 1	M - 2
Masa del Contenedor + S. Húmedo (M_{cws})	(gr)	381.05	384.91
Masa del Contenedor + Suelo Seco (M_{cs})	(gr)	371.12	376.44
Masa del Contenedor (M_c)	(gr)	66.62	67.69
Masa de Suelo Seco (M_s)	(gr)	304.50	308.75
Masa del Agua (M_w)	(gr)	9.93	8.47
Contenido de Humedad (w)	(%)	3.26	2.74
Contenido de Humedad Promedio (w)	(%)	3.00	



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERMAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844

Análisis Granulométrico por Tamizado, C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Lactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA	: Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR	: Inetresado
LUGAR	: Lactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Septiembre 2021	N° de Registro:	: CM.P.057-2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D6913, NTP 339.128, MTC E107)

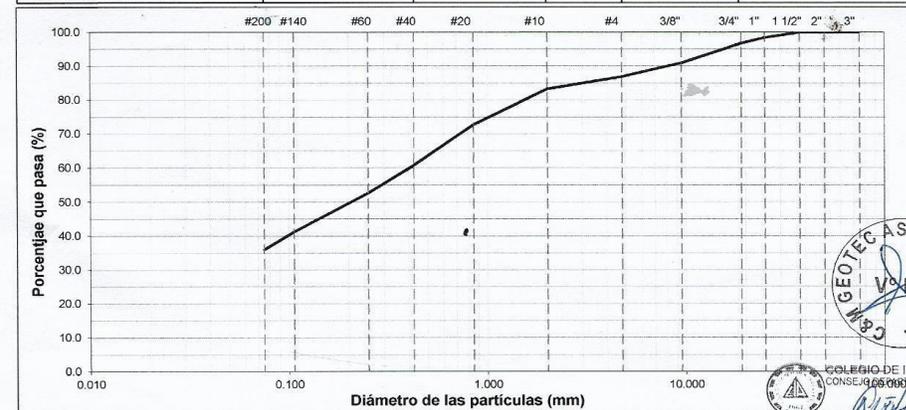
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	: C-01	PROGRESIVA	: --	MATERIAL	: Subrasante
MUESTRA	: Mab-01	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m	TAMAÑO MÁXIMO	: 1"

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Masa Inicial Seca (gr)	= 4320.20	Porción de masa que pasa tamiz N° 4 (gr)	= 115.0
Masa Lavada y Seca (gr)	= 2766.49	Masa de Material Grueso (gr)	= 566.50
Masa Retenido 3"(gr)	= 0.00	% que pasa Tamiz N° 200	= 35.96

Abertura de Tamices ASTM E11	Masa Retenida en Cada Tamiz (gr)	Retenido Parcial (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		Especificación EG 2013 Gradación "NA"
			Retenido	Que Pasa	
3"	75.000	0.00	0.0	100.0	-
2"	50.000	0.00	0.0	100.0	-
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	100.0	-
1"	25.000	69.10	1.6	98.4	-
3/4"	19.000	72.50	3.3	96.7	-
3/8"	9.500	250.80	5.81	90.9	-
# 4	4.750	174.10	4.03	86.9	-
# 10	2.000	4.80	3.63	83.3	-
# 20	0.850	14.00	10.58	72.7	-
# 40	0.425	15.80	11.94	60.7	-
# 60	0.250	10.80	8.16	52.6	-
# 140	0.106	15.10	11.41	41.2	-
# 200	0.075	6.90	5.21	36.0	-
< 200	Fondo	47.60	35.96	100.0	0.0

CURVA GRANULOMÉTRICA

Finos (%) = 35.96	Arena (%) = 50.92			Grava (%) = 13.11	
Limo y/o Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
	24.78	22.52	3.63	9.84	3.28



D60 (mm) =	0.409	D30 (mm) =	0.000	D10 (mm) =	0.075
Coefficiente de Curvatura (Cc) =	--	Coefficiente de Uniformidad (Cu) =	--		



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO REGIONAL HUANCAVELICA - HUARAZ
ALFREDO BERNAN SALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 201844

Limites de consistencia, C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

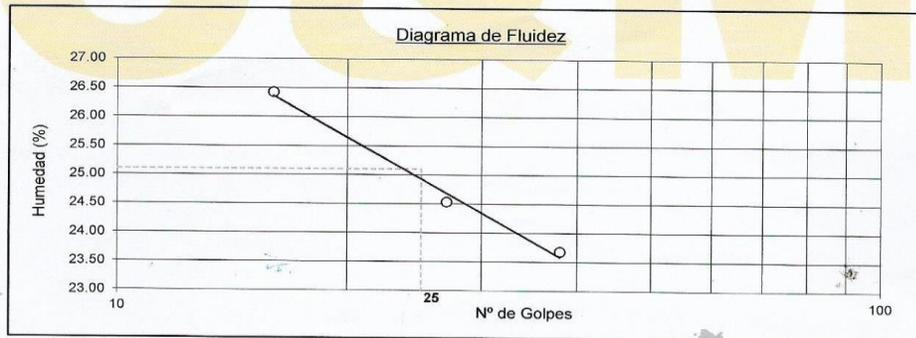
PROYECTO	: Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA	: Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR	: Inetresado
LUGAR	: Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Septiembre 2021	N° de Registro:	: C.M.P.057-2021

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS (ASTM D4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	: C-01	PROGRESIVA	: -	MATERIAL	: Subrasante
MUESTRA	: Mab-01	LADO	: -	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Descripción	Unidad	E-01	E-02	E-03
N° de golpes		16	27	38
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	gr	41.87	40.96	47.50
Masa de Suelo Seco + Recipiente	gr	37.18	36.78	42.17
Masa del Recipiente	gr	19.43	19.74	19.66
Masa del Suelo Seco	gr	17.75	17.04	22.51
Masa del Agua	gr	4.69	4.18	5.33
Contenido de Humedad	%	26.42	24.53	23.68



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo	M-01	M-02
Masa Suelo Húmedo + Recipiente	46.17	46.34
Masa Suelo Seco + Recipiente	45.14	45.34
Masa del Recipiente	38.81	39.21
Masa de Suelo Seco	6.33	6.13
Masa del Agua	1.03	1.00
Contenido de Humedad (%)	16.27	16.31

RESULTADOS

Indice de Flujo	Fi (%)	< 0
Indice de consistencia	Ic (%)	1.36
Límite Líquido	LL (%)	25.10
Límite Plástico	LP (%)	16.30
Indice de Plasticidad	IP (%)	8.80



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Alfredo Hernán Calvo Minaya
ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 200844

Gravedad Especifica de Solidos C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO :	Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021	
SOLICITA :	Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR : Inetresado
LUGAR :	Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.
FECHA :	Septiembre 2021	Nº de Registro: CM.P.057-2021

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS (ASTM C29, NTP 400.021)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA :	C-01	PROGRESIVA : --
MUESTRA :	Mab-01	LADO : --
MATERIAL :	Subrasante	PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

MATERIAL		GRUESO	GRUESO
Tamaño máximo de la muestra		1"	1"
Tipo de frasco utilizado		Cesta	Cesta
Masa del frasco dentro del agua (gr)	(A)	639.10	639.10
Masa de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	(B)	899.50	1022.40
Masa de la muestra saturada dentro del agua + frasco (gr)	(C)	1200.30	1277.00
Masa de la muestra seca (gr)	(D)	885.20	1004.10
Masa de la muestra saturada dentro del agua (gr)	(E)	561.20	637.90
Gravedad Específica $B/(B-E)$		2.66	2.66
Gravedad Específica Promedio, Gs		2.66	
Gravedad Específica Aparente, $G_a = D/(D - C)$		2.73	2.74
Densidad Aparente, $D_a = 0.9975D/(D-E)$		2.73	2.74
Densidad Aparente Promedio, D_a		2.73	

OBSERVACIÓN:



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 200844

Proctor modificado, C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO	: Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021	
SOLICITA	: Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR : Inetresado
LUGAR	: Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.
FECHA	: Septiembre 2021	N° de Registro: CMP.057-2021

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (56 000 pie-lb/pie³ - 2 700 kN-m/m³) (ASTM D1557, NTP 339.141, MTC E 115)

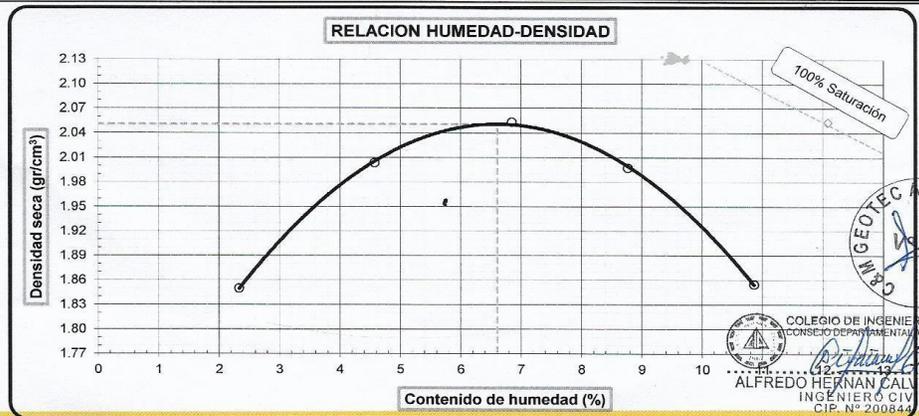
DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-01
MUESTRA	: Mab-01
LADO	: --
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m
MATERIAL	: Subrasante
PROGRESIVA	: --
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4(0)
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: SC

ESPECIFICACIONES			
METODO DE COMPACTACION	: A	CAPAS	: Cinco
METODO DE PREPARACIÓN	: Húmedo	PISON	: Manual
N° DE GOLPES POR CAPA	: 25	Grav. Esp.(Gs)	: 2.66
FRACCIÓN GRUESA (Pc) (%)			: 13.11
N° DE TAMIZ UTILIZADO			: # 4
N° DE MOLDE			: 03

DENSIDAD						
DESCRIPCIÓN	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5
Peso suelo húmedo + molde	gr	3721.0	3912.0	4005.0	3985.0	3875.0
Peso del molde	gr	1934.0	1934.0	1934.0	1934.0	1934.0
Peso de suelo húmedo compactado	gr	1787.0	1978.0	2071.0	2051.0	1941.0
Volumen del molde	cm ³	944.1	944.1	944.1	944.1	944.1
Densidad húmeda	gr/cm ³	1.893	2.095	2.194	2.172	2.056
Densidad seca	gr/cm ³	1.85	2.00	2.05	2.00	1.85

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + recipiente	gr	335.94	365.32	277.12	333.74	387.62
Peso del suelo seco + recipiente	gr	329.94	352.47	263.82	312.45	356.05
Peso del recipiente	gr	72.66	71.41	69.58	69.69	65.34
Peso de agua	gr	6.00	12.85	13.30	21.29	31.57
Peso del suelo seco	gr	257.28	281.06	194.24	242.76	290.71
Contenido de humedad	%	2.33	4.57	6.85	8.77	10.86

Máxima Densidad Seca (M.D.S.) (gr/cm³) = 2.05
 Contenido de Humedad Óptima (O.C.H.) (%) = 6.85
 M.D.S. Corregida (gr/cm³) = 2.05
 O.C.H. Corregido (%) = 6.60



Observaciones:

Dirección: Av. Universitaria N° 947 - Shancayan - Independencia - Huaraz - Celular: 943484907 943477750
 E-mail: geotecasociados@gmail.com, acalvominaya@gmail.com



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
 ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 200844

Ensayos de CBR, C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO :	Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA :	Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR :	Inetresado
LUGAR :	Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	27/09/2021	Nº de Registro :	CM.P.057-2021

CBR (Relación de Soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (ASTM D1883, NTP 339.145, MTC E 132)

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	Subrasante	PROGRESIVA :	--
CALICATA :	C-01	LADO :	--
MUESTRA :	Mab-01	CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-4(0)
PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.50 m	CLASIFICACIÓN (SUCS) :	SC

COMPACTACIÓN						
Molde Nº	03		04		05	
	5		5		5	
Nº Capas	55		26		12	
Nº de golpes por capa	55		26		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	No Saturado		Saturado		No Saturado	
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	13045.0	13125.0	12485.0	12552.0	12075.0	12146.0
Peso del molde (gr)	8389.0	8389.0	7962.0	7962.0	7818.0	7818.0
Peso del suelo húmedo (gr.)	4656.0	4736.0	4523.0	4590.0	4257.0	4328.0
Volumen del molde (cm3)	2120.7	2120.7	2138.7	2138.7	2134.6	2134.6
Peso Unitario Húmeda (gr/cm3)	2.20	2.23	2.11	2.15	1.99	2.03
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	2.06	2.08	1.98	1.98	1.87	1.86
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)	352.39	305.96	256.87	261.37	356.85	315.88
Peso del tarro + suelo seco (gr)	334.43	289.17	244.45	245.50	337.89	294.38
Peso del agua (gr)	17.96	16.79	12.42	15.87	18.96	21.50
Peso del tarro (gr)	68.20	68.06	65.43	56.89	56.77	56.47
Peso del suelo seco (gr)	266.23	221.11	179.02	188.61	281.12	237.91
Porcentaje de humedad (%)	6.75	7.59	6.94	8.41	6.74	9.04
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	7.17		7.68		7.89	
Ensayo de Proctor Modificado:	Máxima Densidad Seca = 2.05 kg/cm3		C. H. O. = 6.60 %			

Sobre Carga de Saturación = 4.54 Kg										
		INMERSIÓN								
FECHA	TIEMPO	Nº de Golpes 55			Nº de Golpes 26			Nº de Golpes 12		
		LECTURA		EXPANSIÓN %	LECTURA		EXPANSIÓN %	LECTURA		EXPANSIÓN %
		DIAL	mm		DIAL	mm		DIAL	mm	
27/09/2021	0	5.000	0.00	0.00	5.000	0.00	0.00	5.000	0.00	0.00
28/09/2021	24	5.200	0.20	0.17	5.400	0.40	0.34	5.500	0.50	0.43
29/09/2021	48	5.300	0.30	0.26	5.480	0.48	0.41	5.600	0.60	0.52
30/09/2021	72	5.360	0.36	0.31	5.520	0.52	0.45	5.650	0.65	0.56
1/10/2021	96	5.400	0.40	0.34	5.550	0.55	0.47	5.700	0.70	0.60

Sobre Carga de Penetración = 4.54 Kg										
		PENETRACIÓN								
PENETRACIÓN (mm)	CARGA STAND. Kg/cm2	Nº de Golpes 55			Nº de Golpes 26			Nº de Golpes 12		
		LECTURA		CORRECCIÓN %	LECTURA		CORRECCIÓN %	LECTURA		CORRECCIÓN %
		DIAL	Kg		DIAL	Kg		DIAL	Kg	
0.000		0	0.0		0	0.0		0	0.0	
0.625		40	40.0		30	30.1		20	20.1	
1.250		100	99.9		70	70.0		40	40.0	
1.875		180	179.8		110	109.9		70	70.0	
2.540	70.31	250	249.6	17.9	180	179.8	12.6	100	99.9	
5.080	105.46	450	449.3	21.3	340	339.5	15.7	200	199.9	
7.500		570	569.0		420	419.3		270	269.8	
10.000		680	678.8		500	499.2		340	339.5	
12.500		800	798.6		550	549.1		390	389.6	



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
499.8 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL - HUARAZ
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.E. N° 200844

Grafico de ensayo de CBR, C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

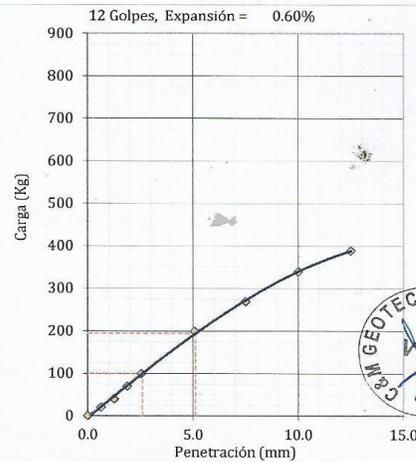
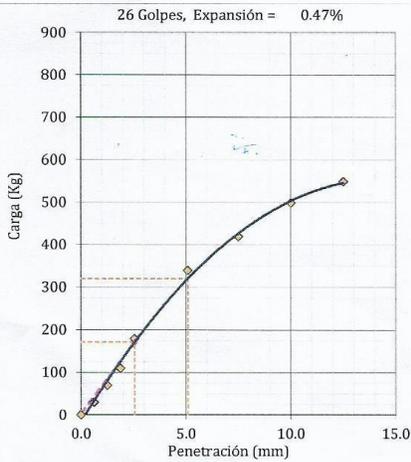
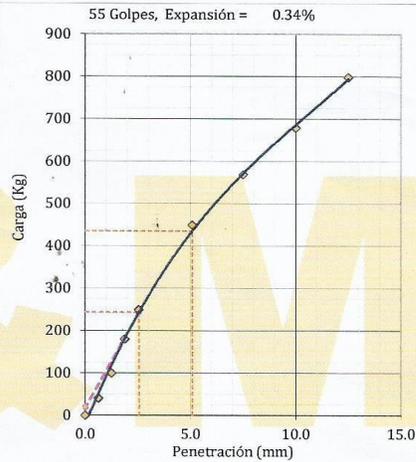
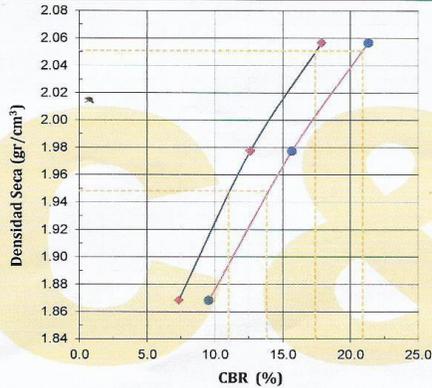
PROYECTO	Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llaactash - Independencia - Huaraz - 2021	
SOLICITA	Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR : Inetresado
LUGAR	Llaactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.
FECHA	1/10/2021	Nº de Registro : CM.P.057-2021

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(ASTM D1883, NTP 339.145, MTC E132)

DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: Subrasante
CALICATA	: C-01
MUESTRA	: Mab-01
PROFUNDIDAD:	: 0.00 - 1.50 m
PROGRESIVA	: --
LADO	: --
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4(0)
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: SC

CBR (0.1") =	17.9	12.6	7.3
CBR (0.2") =	21.3	15.7	9.5
γ (gr/cm ³) =	2.06	1.98	1.87



Máxima Densidad Seca (kg/cm ³) =	2.05	CBR al 100% de M.D.S. (%) 0.1" =	17.4
Contenido de Humedad Óptima (%) =	6.60	CBR al 95% de M.D.S. (%) 0.1" =	11.0

Valor de CBR al 95% de la M.D.S. = 11.0 %

Valor de CBR al 100% de la M.D.S. = 17.4 %

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
20.9
17.8
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 200844

Resumen del laboratorio C-02



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA

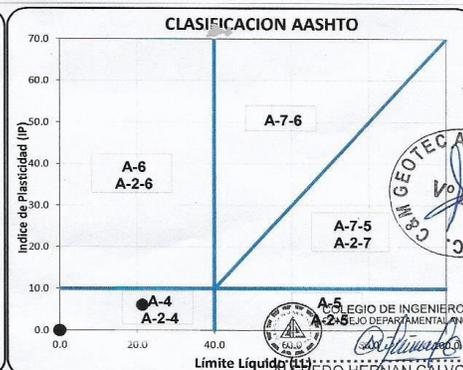
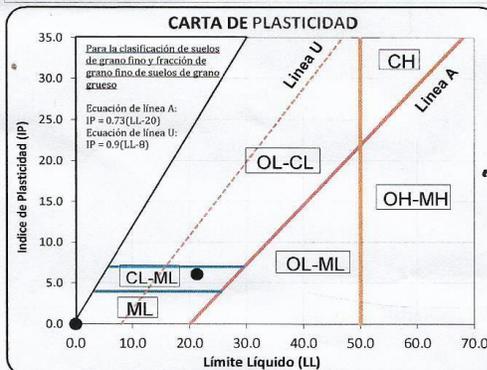
PROYECTO	: Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021	MUESTREADO POR	: Inetresado
SOLICITA	: Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	TÉCNICO	: D.C.M.
LUGAR	: Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	N° de Registro	: CM.P.057-2021
FECHA	: Septiembre 2021		

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR

(ASTM D2487, D3282, NTP 339.134, 339.135)

DATOS DE LA MUESTRA	MATERIAL	Subrasante
	CALICATA	C-02
	MUESTRA	Mab-01
	PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m
PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE PORCIÓN DE MATERIAL < 3"	3"	100.00
	2"	100.00
	1 1/2"	98.41
	1"	96.32
	3/4"	93.84
	3/8"	86.01
	# 4	79.94
	# 10	67.64
	# 20	57.14
	# 40	46.99
# 60	40.81	
# 140	31.98	
# 200	27.32	
COEF. DE UNIFORMIDAD	Cu	--
COEF. DE CURVATURA	Cc	--
PORCENTAJE DE MATERIAL	GRAVA	20.06
	ARENA	52.62
	FINOS	27.32
MITAD DE FRACCIÓN GRUESA		36.34
LÍMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	21.30
	L.P.	15.20
	I.P.	6.10
CONTENIDO HUMEDAD (%)		3.07
INDICE DE GRUPO		0
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	AASHTO	A-2-4(0)
	SUCS	SC-SM
DESCRIPCIÓN DE SUELOS		Arena limo-arcillosa con grava

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD



NOTA : La muestra es proporcionado e identificado por el interesado

Pág. 1 de 8

Dirección: Av. Universitaria N° 947 - Shancayan - Independencia - Huaraz - Celular: 943484907 943477750

E-mail: geotecasociados@gmail.com, acalvominaya@gmail.com



ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 200844

Contenido de Humedad, C-01



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	: Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA	: Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR	: Inetresado
LUGAR	: Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Septiembre 2021	N° de Registro:	: CM.P.057-2021

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO (ASTM D2216, NTP 339.127, MTC E108)

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-02	PROGRESIVA	: --
MUESTRA	: Mab-01	LADO	: --
		MATERIAL	: Subrasante
		PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m

DESCRIPCION	UNID.	ENSAYO	
		M - 1	M - 2
Masa del Contenedor + S. Húmedo (M_{cws})	(gr)	440.58	475.25
Masa del Contenedor + Suelo Seco (M_{cs})	(gr)	429.72	462.92
Masa del Contenedor (M_c)	(gr)	70.25	68.10
Masa de Suelo Seco (M_s)	(gr)	359.47	394.82
Masa del Agua (M_w)	(gr)	10.86	12.33
Contenido de Humedad (w)	(%)	3.02	3.12
Contenido de Humedad Promedio (w)	(%)	3.07	



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Alfredo
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 200844

Análisis granulométrico por tamizado C-02



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llaactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA	Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR	Inetresado
LUGAR	Llaactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	D.C.M.
FECHA	Septiembre 2021	Nº de Registro:	CM.P.057-2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D6913, NTP 339.128, MTC E107)

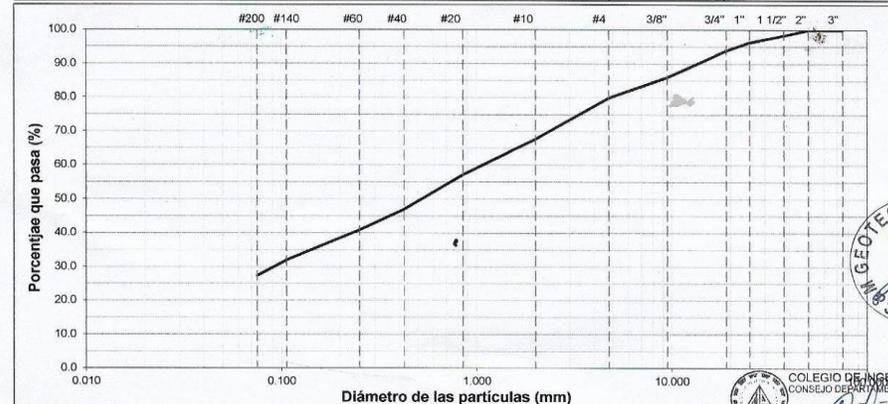
DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	C-02	PROGRESIVA : --
MUESTRA	Mab-01	PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m
		MATERIAL : Subrasante
		TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2"

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
Masa Inicial Seca (gr)	= 4264.50	Porción de masa que pasa tamiz Nº 4 (gr) = 115.0
Masa Lavada y Seca (gr)	= 3099.44	Masa de Material Grosso (gr) = 855.30
Masa Retenido 3" (gr)	= 0.00	% que pasa Tamiz Nº 200 = 27.32

Abertura de Tamices ASTM E11	Masa Retenida en Cada Tamiz (gr)	Retenido Parcial (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		Especificación EG 2013 Gradación "NA"
			Retenido	Que Pasa	
3"	75.000	0.00	0.0	100.0	-
2"	50.000	0.00	0.0	100.0	-
1 1/2"	37.500	67.80	1.59	98.4	-
1"	25.000	89.20	2.09	96.3	-
3/4"	19.000	105.60	2.48	93.8	-
3/8"	9.500	334.20	7.84	86.0	-
# 4	4.750	258.50	6.06	20.1	79.9
# 10	2.000	17.70	12.30	32.4	67.6
# 20	0.850	15.10	10.50	42.9	57.1
# 40	0.425	14.60	10.15	53.0	47.0
# 60	0.250	8.90	6.19	59.2	40.8
# 140	0.106	12.70	8.83	68.0	32.0
# 200	0.075	6.70	4.66	72.7	27.3
< 200	Fondo	39.30	27.32	100.0	0.0

CURVA GRANULOMÉTRICA

Finos (%) = 27.32	Arena (%) = 52.62	Grava (%) = 20.06
Limo y/o Arcilla	Fina	Medio
	19.67	20.65
	Gruesa	Gruesa
	12.30	13.90
		6.16



D60 (mm) = 1.163	D30 (mm) = 0.093	D10 (mm) = 0.007
Coeficiente de Curvatura (Cc) = --		Coeficiente de Uniformidad (Cu) = 167.86



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 200814

Limites de consistencia, C-02



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

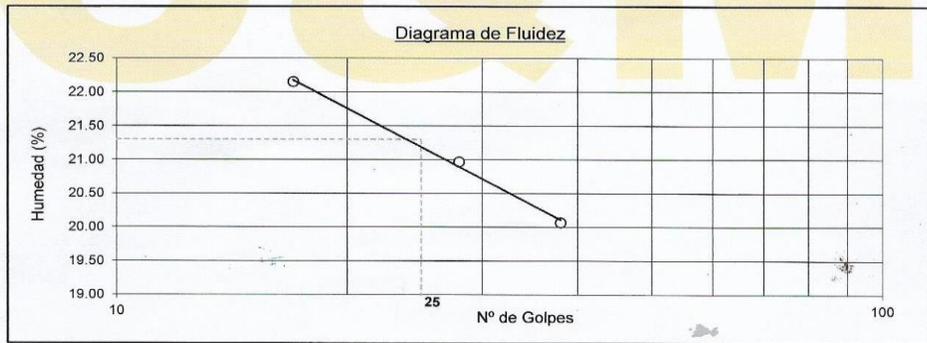
PROYECTO	: Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA	: Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR	: Inetresado
LUGAR	: Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: D.C.M.
FECHA	: Septiembre 2021	N° de Registro	: CMP.057-2021

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS (ASTM D4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-02	PROGRESIVA	: -- MATERIAL: Subrasante
MUESTRA	: Mab-01	LADO	: -- PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Descripción	Undidad	E-01	E-02	E-03
N° de golpes		17	28	38
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	gr	28.87	29.92	32.57
Masa de Suelo Seco + Recipiente	gr	24.73	25.80	28.22
Masa del Recipiente	gr	6.04	6.15	6.54
Masa del Suelo Seco	gr	18.69	19.65	21.68
Masa del Agua	gr	4.14	4.12	4.35
Contenido de Humedad	%	22.15	20.97	20.06



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo	M-01	M-02
Masa Suelo Húmedo + Recipiente	45.20	43.43
Masa Suelo Seco + Recipiente	44.42	42.62
Masa del Recipiente	39.19	37.38
Masa de Suelo Seco	5.23	5.24
Masa del Agua	0.78	0.81
Contenido de Humedad (%)	14.91	15.46

RESULTADOS

Índice de Flujo	Fi	(%)	< 0
Índice de consistencia	Ic	(%)	1.20
Límite Líquido	LL	(%)	21.30
Límite Plástico	LP	(%)	15.20
Índice de Plasticidad	IP	(%)	6.10



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNAN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844

Gravedad Especifica de Solidos C-02



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA
CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERÍA

PROYECTO : Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021	
SOLICITA : Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR : Inetresado
LUGAR : Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.
FECHA : Septiembre 2021	N° de Registro: CMP.057-2021

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS (ASTM C29, NTP 400.021)

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA : C-02	PROGRESIVA : --
MUESTRA : Mab-01	LADO : --
MATERIAL : Subrasante	PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

MATERIAL	GRUESO	GRUESO
Tamaño máximo de la muestra	1 1/2"	1 1/2"
Tipo de frasco utilizado	Cesta	Cesta
Masa del frasco dentro del agua (gr) (A)	639.10	639.10
Masa de la muestra saturada superficialmente seca (gr) (B)	1240.00	1326.40
Masa de la muestra saturada dentro del agua + frasco (gr) (C)	1411.80	1463.40
Masa de la muestra seca (gr) (D)	1221.50	1301.90
Masa de la muestra saturada dentro del agua (gr) (E)	772.70	824.30
Gravedad Específica B/(B-E)	2.65	2.64
Gravedad Específica Promedio, Gs	2.65	
Gravedad Específica Aparente, $G_a = D/(D - C)$	2.72	2.73
Densidad Aparente, $D_a = 0.9975D/(D-E)$	2.71	2.72
Densidad Aparente Promedio, D_a	2.72	

OBSERVACIÓN:



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 200644

Proctor modificado, C-02



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

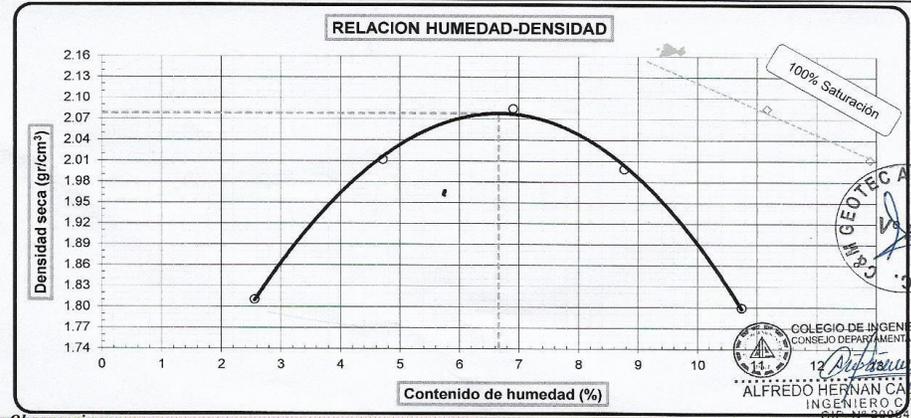
PROYECTO :	Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA :	Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREADO POR :	Inetresado
LUGAR :	Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	Septiembre 2021	N° de Registro :	CM.P.057-2021

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (56 000 pie-lb/pie³ - 2 700 kN-m/m³) (ASTM D1557, NTP 339.141, MTC E 115)

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	C-02	MATERIAL :	Subrasante
MUESTRA :	Mab-01	PROGRESIVA :	--
LADO :	--	CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-2-4(0)
PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m	CLASIFICACION (SUCS) :	SC-SM

ESPECIFICACIONES			
METODO DE COMPACTACION :	B	CAPAS :	Cinco
METODO DE PREPARACIÓN :	Húmedo	PISON :	Manual
N° DE GOLPES POR CAPA :	25	Grav. Esp.(Gs) :	2.65
		FRACCIÓN GRUESA (Pc) (%) :	13.99
		N° DE TAMIZ UTILIZADO :	3/8"
		N° DE MOLDE :	03

DENSIDAD						
DESCRIPCIÓN	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5
Peso suelo húmedo + molde	gr	3687.0	3923.0	4038.0	3986.0	3815.0
Peso del molde	gr	1934.0	1934.0	1934.0	1934.0	1934.0
Peso de suelo húmedo compactado	gr	1753.0	1989.0	2104.0	2052.0	1881.0
Volumen del molde	cm ³	944.1	944.1	944.1	944.1	944.1
Densidad húmeda	gr/cm ³	1.857	2.107	2.229	2.174	1.992
Densidad seca	gr/cm ³	1.81	2.01	2.08	2.00	1.80
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + recipiente	gr	285.69	326.68	313.28	333.74	269.78
Peso del suelo seco + recipiente	gr	280.34	315.00	297.66	312.45	249.67
Peso del recipiente	gr	71.25	67.14	71.41	69.69	62.37
Peso de agua	gr	5.35	11.68	15.62	21.29	20.11
Peso del suelo seco	gr	209.09	247.86	226.25	242.76	187.30
Contenido de humedad	%	2.56	4.71	6.90	8.77	10.74
Máxima Densidad Seca (M.D.S.) (gr/cm ³) = 2.08			M.D.S. Corregida (gr/cm ³) = 2.08			
Contenido de Humedad Optima (O.C.H.) (%) = 6.90			O.C.H. Corregido (%) = 6.66			



Observaciones:

Pa Dirección: Av. Universitaria N° 947 - Shancayan - Independencia - Huaraz - Celular: 943484907 943477750
E-mail: geotecasociados@gmail.com, acalvominaya@gmail.com

Ensayo de CBR, C-02



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO :	Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021		
SOLICITA :	Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREO POR : Inetresado	
LUGAR :	Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.	
FECHA :	27/09/2021	N° de Registro : C.M.P.057-2021	

CBR (Relación de Soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (ASTM D1883, NTP 339.145, MTC E 132)

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	Subrasante	PROGRESIVA :	--
CALÍCATA :	C-02	LADO :	--
MUESTRA :	Mab-01	CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-2-4(0)
PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.50 m	CLASIFICACIÓN (SUCS) :	SC-SM

COMPACTACIÓN						
Molde N°	02		01		06	
	5		5		5	
N° Capas	55		26		12	
N° de golpes por capa	55		26		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA						
	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	12835.0	12898.0	13064.0	13156.0	12102.0	12195.0
Peso del molde (gr)	8111.0	8111.0	8548.0	8548.0	7801.0	7801.0
Peso del suelo húmedo (gr.)	4724.0	4787.0	4516.0	4608.0	4301.0	4394.0
Volumen del molde (cm3)	2118.5	2118.5	2114.0	2114.0	2131.4	2131.4
Peso Unitario Húmeda (gr/cm3)	2.23	2.26	2.14	2.18	2.02	2.06
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	2.09	2.09	2.00	2.01	1.89	1.89
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)	335.98	504.80	315.26	356.59	378.10	412.50
Peso del tarro + suelo seco (gr)	318.79	472.59	299.46	333.24	357.67	382.70
Peso del agua (gr)	17.19	32.21	15.80	23.35	20.43	29.80
Peso del tarro (gr)	67.14	67.29	62.13	59.87	52.78	55.75
Peso del suelo seco (gr)	251.65	405.30	237.33	273.37	304.89	326.95
Porcentaje de humedad (%)	6.83	7.95	6.66	8.54	6.70	9.11
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	7.39		7.60		7.91	
Ensayo de Proctor Modificado:	Máxima Densidad Seca = 2.08 kg/cm3		C. H. O. = 6.66 %			

Sobre Carga de Saturación = 4.54 Kg										
INMERSIÓN										
FECHA	TIEMPO	N° de Golpes 55			N° de Golpes 26			N° de Golpes 12		
		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
			DIAL	mm		%	DIAL		mm	%
27/09/2021	0	5.000	0.00	0.00	5.000	0.00	0.00	5.000	0.00	0.00
28/09/2021	24	5.150	0.15	0.13	5.250	0.25	0.21	5.300	0.30	0.26
29/09/2021	48	5.180	0.18	0.15	5.280	0.28	0.24	5.350	0.35	0.30
30/09/2021	72	5.220	0.22	0.19	5.300	0.30	0.26	5.360	0.36	0.31
1/10/2021	96	5.230	0.23	0.20	5.310	0.31	0.27	5.370	0.37	0.32

Sobre Carga de Penetración = 4.54 Kg										
PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN (mm)	CARGA STAND. Kg/cm2	N° de Golpes 55			N° de Golpes 26			N° de Golpes 12		
		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
			DIAL	Kg		%	DIAL		Kg	%
0.000		0	0.0		0	0.0		0	0.0	
0.625		40	40.0		33	33.0		22	22.1	
1.250		90	89.9		77	77.0		44	44.0	
1.875		180	179.8		121	120.9		77	77.0	
2.540	70.31	270	269.6	23.4	209	208.7	15.1	121	120.9	9.4
5.080	105.46	620	618.9	31.4	418	417.3	19.8	253	252.6	13.1
7.500		890	888.4		550	549.1		352	351.4	
10.000		1110	1108.0		715	713.8		440	439.8	
12.500		1290	1287.7		825	823.5		506	505.8	

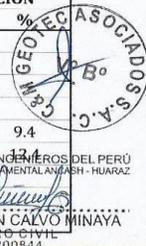


Grafico de ensayo de CBR, C-02



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, ESTUDIOS EN GEOTECNIA CON FINES DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS, CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO	Diseño de pavimento flexible con el uso de geomallas en la carretera del centro poblado Llactash - Independencia - Huaraz - 2021	
SOLICITA	Caballero Obregon Oscar - Yauri Jaimes Katherine	MUESTREO POR : Inetresado
LUGAR	Llactash - Independencia - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.
FECHA	1/10/2021	N° de Registro : CM.P.057-2021

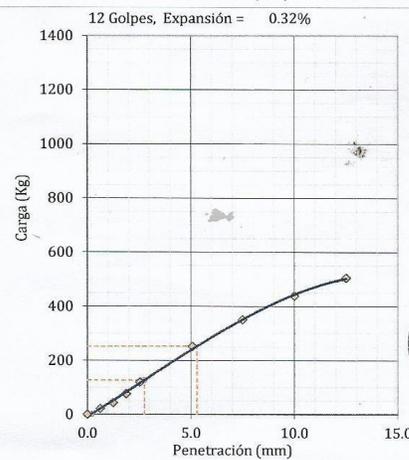
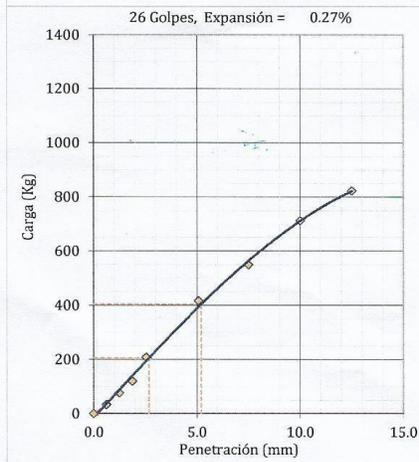
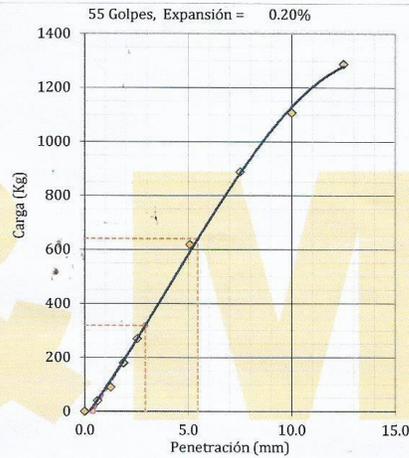
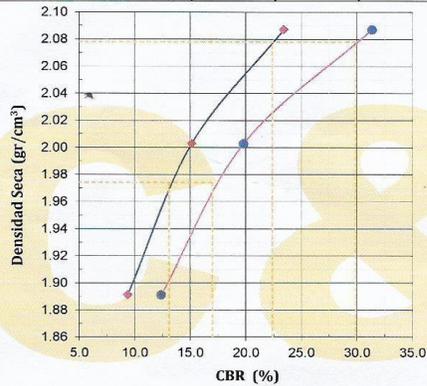
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(ASTM D1883, NTP 339.145, MTC E132)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	Subrasante	PROGRESIVA	--
CALICATA	C-02	LADO	--
MUESTRA	Mab-01	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-2-4(0)
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m	CLASIFICACIÓN (SUCS)	SC-SM

CBR (0.1")	=	23.4	15.1	9.4
CBR (0.2")	=	31.4	19.8	12.4
γ (gr/cm ³)	=	2.09	2.00	1.89



Máxima Densidad Seca (kg/cm ³)	=	2.08	CBR al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	=	22.4
Contenido de Humedad Óptima (%)	=	6.66	CBR al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	=	13.1

Valor de CBR al 95% de la M.D.S. = **13.1 %** Valor de CBR al 100% de la M.D.S. = **22.4 %**

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
29900
Alfredo Herián Calvo Minaya
ALFREDO HERIÁN CALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 200844

Anexo 12. Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

TABLA N°38. Tipos de carretera según el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

TABLA N°39. Numero de ensayos de CBR Y Mr requeridos según el manual de carreteras del MTC.

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

ANEXO 13. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes

TABLA N°40. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

ANEXO 14 Calidad de Drenaje

TABLA N°41. Calidad de drenaje

Calidad de drenaje	Tiempo en que tarde el agua en evacuar
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 pavimento AASHTO 93

ANEXO 15. Clasificación por orografía

Clasificación por orografía

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por dónde discurre su trazado, se clasifican en:

102.01 Terreno plano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

102.02 Terreno ondulado (tipo 2)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

102.03 Terreno accidentado (tipo 3)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

102.04 Terreno escarpado (tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

Fuente: Diseño Geométrico 2018 - MTC

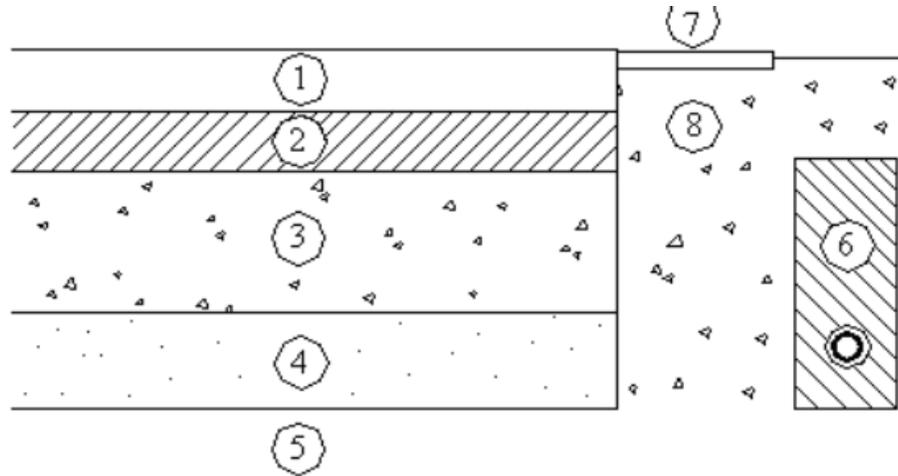
ANEXO 16. PERIDO DE DISEÑO

TABLA N°42. Numero estructural

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		PERIODO DEL DISEÑO (PAVIMENTO FLEXIBLE)	
COMPONENTES			
a.	ESAL W18	313,771.2755	MANUAL DE CARRETERAS "Suelos, geología, geotecnia y pavimentos"
b.	MODULO DE RESILENCIA (MR)	15,897.99	CUADRO 12.5
c.	CONFIABILIDAD (R%)	75%	CUADRO 12.6 (TP7)
d.	COEFICIENTE ESTADISTICO DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-0.674	CUADRO 12.8 (TP7)
e.	DESVIACION ESTANDAR COMBINA (So)	0.45	Recomendado por el manual
f1.	SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	3.80	CUADRO 12.10 (TP7)
f2.	SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	2.00	CUADRO 12.11 (TP7)
f3.	VARIACION DE SERVIACIBILIDAD (Δ PSI)	1.80	CUADRO 12.12 (TP7)
g.	NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNR)	1.87	

FUENTE: Propia de los investigadores.

Figura N°14. Estructura del pavimento flexible, donde: 1. Capa de rodadura, 2. Base, 3. Subbase, 4. Suelo compactado, 5. Subrasante, 6. Drenaje longitudinal, 7. Revestimiento, 8. Subbase de hombreras.



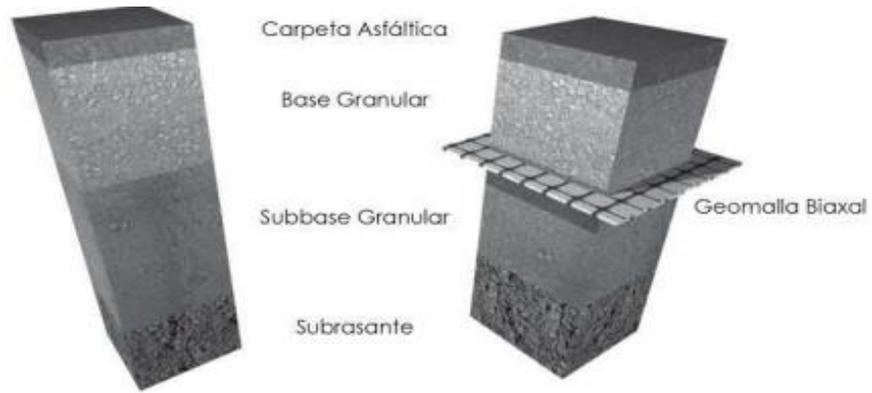
FUENTE: Manual completo diseño de pavimentos, 2013

Figura N°15. Tipos de geomallas (Uniaxial y Biaxial)



FUENTE: Tex Delta, 2018

Figura N°16. Estructura de un pavimento flexible con y sin uso de geomallas.



FUENTE: Geosoft Pavco, 2012

Figura N°17. Tramo de estudio



FUENTE: Propia

Figura N°18. Estado actual de la vía de acceso al centro poblado de Lactash. El inicio del tramo es en el desvío del km 5 de la carretera Huaraz – Caraz hasta la entrada del centro poblado



FUENTE: Propia

TABLA N°43. Periodo de diseño, dependiendo de la clase de carretera

TIPO DE CARRETERA	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de transito elevado	30 - 50
interurbana de transito elevado	20 - 50
pavimentada de baja intensidad de diseño	15 - 25
De baja intensidad de transito, pavimentacion con grava	10 - 20

FUENTE: Manual completo diseño de pavimentos, 2013

TABLA N°44. Índice de serviciabilidad

Índice de Serviabilidad (PSI)	Calificaciones
5 - 4	Muy Buena
4 - 3	Buena
3 - 2	Regular
2 - 1	Mala
1 - 0	Muy mala

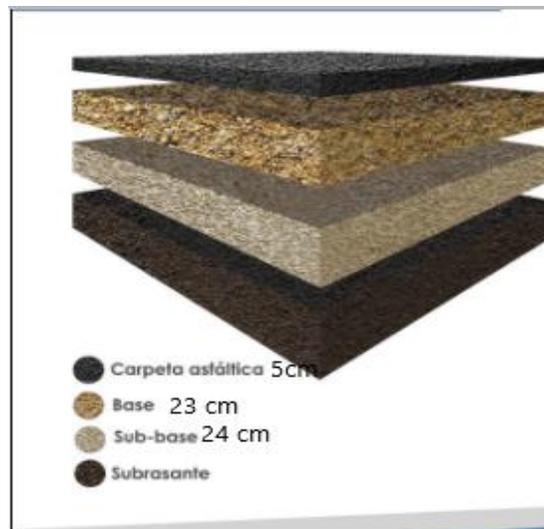
FUENTE: Manual completo diseño de pavimentos, 2013

TABLA N°45. Nivel de confianza

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carretera de primer orden	80 - 99	75 - 95
carretera secundarias	80 - 95	75 - 95
caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

FUENTE: Manual completo diseño de pavimentos, 2013

Figura N°19. Espesores calculados de pavimentos sin reforzar.



Fuente: Propia de los investigadores

Figura N°20. Espesores calculados del pavimento en pulgadas.



Fuente: propia de los investigadores

Figura N°21. Comparación de pavimento sin reforzar y reforzado con geomalla



Fuente: Catalogo Sistema Tensar – 2018

Anexo 17. Panel fotográfico

FIGURA N°22. Excavación de la calicata C-01



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°23. Excavación de la calicata C-02



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°24. Excavación de las calicatas



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°25. Calicata C-01 terminada



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°26. Levantamiento topográfico



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°27. Levantamiento topográfico.



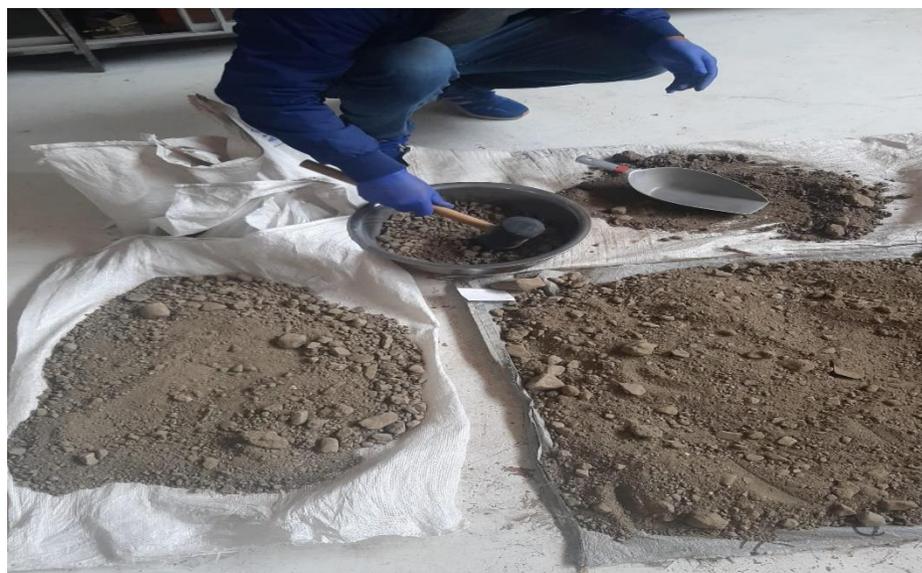
FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°28. Ensayo de Mecánica de suelos



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°29. Ensayo de Mecánica de suelos



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°30. Ensayo de Mecánica de suelos



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°31. Ensayo de Mecánica de suelos



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°32. Estudio del tráfico vehicular



FUENTE: Propia de los investigadores.

FIGURA N°33. Estudio del tráfico vehicular.



FUENTE: Propia de los investigadores.