



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño Comparativo Entre Pavimento Flexible y Pavimento Con
Geomalla En El Centro Poblado De Huanchac, Huaraz, Áncash-2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Ames Macedo, Robert Omar (ORCID: 0000-0002-6047-2910)

Bustos Abad, Kevin David (ORCID: 0000-0001-5809-2153)

ASESOR:

Mg. Castañeda Sánchez, Willy Alex (ORCID: 0000-0002-4421-4778)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicó con regocijo mi mejor momento al presentar de forma grata con mucho empeño para dicho trabajo de investigación lo cual es grato, con mucho esfuerzo y dedicación logrando así culminar una parte fundamental.

En nombre de mis padres Ames López, Ernesto y Macedo Mansicidor Lhyz, mis motivos a seguir para terminar dicho proyecto y motivación para todo lo que estoy logrando y para finalmente culminar mis metas profesionales.

Ames Macedo, Robert Omar

Dedicó con mucho cariño este presente trabajo de investigación, la cual se realizó con mucho esfuerzo para lograr culminar una parte de mis metas.

A mis padres David Bustos Rosales y Julia Abad Romero quienes con su apoyo integral hicieron que sea un hijo con valores, a mis hermanos, quienes con su apoyo moral estuvieron conmigo en todo momento; gracias a ellos por ser la unidad familiar y motivación para lograr mis metas trazadas.

Bustos Abad, Kevin David

Agradecimiento

Principalmente a Dios por darnos la oportunidad de dar a conocer este proyecto con todos los apoyos brindados hacia nuestra persona y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada César Vallejo - Sede Huaraz, quienes fueron parte de nuestra formación profesional.

Los autores

Índice de contenidos

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y Diseño de investigación:.....	16
3.2. Variables y Operacionalización:	17
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis ..	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS	34
ANEXOS.....	39

Índice de tablas

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables	3
Tabla N° 2: Granulometría de los Áridos empleados en la carpeta asfáltica.	25
Tabla N° 3: Mínimo Porcentaje de vacíos de agregado mineral (VMA).	26
Tabla N° 4: Número de calicatas para exploración de suelos.....	27
Tabla N° 5: Número de ensayos Mr y CBR.	28
Tabla N° 6: Estudio de tráfico Lunes (10/02/2020).	29
Tabla N° 7: Estudio de tráfico Martes (11/02/2020).	30
Tabla N° 8: Estudio de tráfico Miércoles (12/02/2020).....	31
Tabla N° 9: Estudio de tráfico Jueves (13/02/2020).	32
Tabla N° 10: Estudio de tráfico Viernes (14/02/2020).....	33
Tabla N° 11: Estudio de tráfico Sábado (15/02/2020).	34
Tabla N° 12: Estudio de tráfico Domingo (16/02/2020).....	35
Tabla N° 13: Resumen Semanal de Estudio de Tráfico.....	36
Tabla N° 14: Cálculo de estudio de tráfico.	37
Tabla N° 15: Tasa de Crecimiento PBI – Áncash.	38
Tabla N° 16: Resumen crecimiento PBI – Áncash.	38
Tabla N° 17: Tasa de Crecimiento Poblacional según Provincia.	39
Tabla N° 18: Parque Vehicular Estimado 2007-2017.	40
Tabla N° 19: Resumen Parque Vehicular por Departamento.	41
Tabla N° 20: Crecimiento Parque Vehicular Áncash.	41
Tabla N° 21: Resumen Factor de Crecimiento de Tráfico.	41
Tabla N° 22: Cálculo de Ejes Equivalentes.	42
Tabla N° 23: Factores de Distribución Direccional y de Carril.	43
Tabla N° 24: ESAL de Diseño.	43
Tabla N° 25: Número Estructural.....	44
Tabla N° 26: Análisis y comparación de espesores de capas de pavimento.	45

Índice de figuras

Figura N° 1: Superficie de Rodamiento (Carretera Huaraz – Huanchac).....	47
Figura N° 2: Tipos de Geomallas.	47
Figura N° 3: Propiedades de las Geomallas.....	48
Figura N° 4: Geomallas Biaxiales.....	48
Figura N° 5: Capa Base de Agregado con Sistema Spectra Tensar	49
Figura N° 6: Estructura de Pavimento con Sistema Spectra Tensar.....	49
Figura N° 7: Comparación de secciones sin reforzar y reforzada con geomalla.	50
Figura N° 8: Número estructural según el software AASHTO 93.....	50
Figura N° 9: Espesores Calculados de Pavimento sin Reforzar.	51
Figura N° 10: Relación de Coeficiente de Capa (LCR) y CBR.....	51
Figura N° 11: Espesores Calculados del Pavimento en Pulgadas.....	52
Figura N° 12: Valor del Coeficiente de Capa LCR.	52
Figura N° 13: Estado Actual del tramo en Estudio.....	54
Figura N° 14: Estado Actual del Tramo donde se realizó el Diseño.....	54
Figura N° 15: Calicata N° 01 - Ubicado al inicio del Tramo ± 0.000	55
Figura N° 16: Calicata N° 02 - Ubicado al final del Tramo $+3.000$	55

Resumen

El objetivo de esta investigación es la comparación del diseño de pavimentos entre el diseño de pavimento flexible convencional con el método AASHTO y el diseño con refuerzo de geomalla realizado en el centro poblado de Huanchac, Huaraz, Ancash-2019. La obtención de datos se realizó calculando el estudio de tráfico y el número estructural requerido (SN), según el método AASHTO para la estructura inicial entre ellas la carpeta asfáltica, base y sub-base, luego se calculó el nuevo espesor de las capas granulares (base, sub-base) utilizando el refuerzo de la geomalla biaxial BX1100, posteriormente se hizo el análisis y comparación de la disminución de espesores de capas de pavimento. Se determinó la disminución de espesores de capas granulares a nivel de capa base con un 20% y a nivel de capa sub-base con un 44.8% empleando el uso de la geomalla.

Palabras Clave: Pavimento, Comparación, Diseño AASHTO, Geomalla.

Abstract

The objective of this research is to compare the pavement design between the conventional flexible pavement design with the AASHTO method and the design with a geogrid reinforcement carried out in the town center of Huanchac, Huaraz, Ancash-2019. Data collection was performed by calculating the traffic study and the required structural number (SN), according to the AASHTO method for the initial structure including the asphalt binder, base and sub-base, then the new thickness of the granular layers was calculated. (base, sub-base) using the reinforcement of the BX1100 biaxial geogrid, subsequently the analysis and comparison of the decrease in thickness of pavement layers was made. The decrease in granular layer thickness was determined at the base layer level with 20% and at the sub-base layer level with 44.8% using the geogrid.

Keywords: Pavement, Comparison, AASHTO Design, Geogrid.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la tecnología continúa siendo un medio muy importante para la solución de problemas y a medida que pasa el tiempo, la ingeniería y sus diversas ramas ya sea infraestructura vial, saneamiento, hidrología o edificaciones, donde se van descubriendo el uso de estas nuevas tecnologías que se dan generalmente cuando se requiere realizar optimizaciones al momento de ejecutar los proyectos y en distintas circunstancias donde es necesario tener soluciones técnicas.

Entonces en la rama de infraestructura vial es importante usar una de estas nuevas tecnologías que son los geosintéticos (geomalla), los cuales tuvieron su primera aparición en Europa a mediados del año 1950, como una innovadora opción de solución para emplear en drenajes, así evitar uno de los problemas fundamentales que es la erosión, consecuentemente esta opción comenzó hacerse más común al ser utilizado en América Latina para aplicaciones en pavimentos, cumpliendo con su función de separación y refuerzo.

Hoy en día, la situación actual del Perú con respecto a las vías pavimentadas es uno de los asuntos más fundamentales de preocupación nacional, ya que diariamente se ve una gran cantidad de vías que necesitan ser reparadas con urgencia y en muchos casos necesitan ser reemplazadas por un pavimento con estructura de mayor resistencia y durabilidad.

Es de mucha importancia investigar las causas de estos problemas y solucionarlos de manera eficaz, permitiendo seguir con el desempeño del país; ya que los pavimentos son el medio de conexiones viales más usados en el mundo y hacen posible la comunicación de distintos lugares al mejorar y tener carreteras en excelentes condiciones que optimizaran la movilización de la población, a diferencia de las zonas más alejadas del país que aún no cuentan con apropiadas vías de acceso.

En el centro poblado de Huanchac del distrito de independencia de la provincia de Huaraz del departamento de Áncash, se presenta una escasez de mantenimiento e infraestructura vial en todo el acceso principal y alrededores, debido a esta carencia se ven forzados a moverse por la vía no pavimentada y resulta más perjudicial con

la presencia de lluvias que afecta tanto al tránsito vehicular como al tránsito peatonal, a la vez podrían ocasionar accidentes.

Así mismo, el centro poblado no presenta turismo ni comercio y en tiempos de ausencia de lluvias (estiaje) ocasiona enfermedades respiratorias a los transeúntes a causa del polvo; además la carretera no pavimentada genera una gran pérdida de tiempo innecesaria al movilizarse; todas estas causas mencionadas hacen que sea dificultosa el tránsito vehicular y peatonal, por consiguiente, de no resolverse el problema, seguirá causando daños futuros por falta de mantenimiento e infraestructura vial.

Sin embargo, en la actualidad existen diversos métodos de diseño de un pavimento, debido a los avances de la tecnología moderna, se han encontrado distintos elementos que ayudan a mejorar la estructura de un pavimento, uno de ellos son las geomallas, el cual tiene la función principal de reforzar la capa base y sub base granular. Para ello es fundamental presentar un diseño apropiado por lo que se estipula: el resultado del uso de geomalla en pavimento flexible frente al diseño tradicional de pavimento flexible (AASHTO 93) en el centro poblado de Huanchac, si se sabe que el uso de geomalla polimérica genera un considerable crecimiento de vida útil en el pavimento.

Por consiguiente, nuestra investigación mostrará un diseño de pavimento con geomallas de tipo biaxial y un diseño de pavimento flexible, estos fueron realizados con el proceso AASHTO 93, ambos diseños se aplicarán en el centro poblado de Huanchac; seguidamente se analizará cual será el diseño más adecuado para la zona en estudio, así reducir enfermedades respiratorias, disminuir la contaminación ambiental y garantizando la mejora del tráfico vehicular y peatonal.

La geomalla que se utilizo es de tipo biaxial, diseñada especialmente para que pueda dar una mejor estabilización y refuerzo en suelos blandos o de otros factores que hacen que un suelo malo cuente con diferentes fallas ya sea por deslizamiento o falla en taludes, etc. El refuerzo que la geomalla brindara es la de aumentar la capacidad de carga del terreno lo cual lograra mediante la distribución de cargas dado por la fricción a la que es sometido el geosintético; las ventajas principales que brindara son

la reducción de los espesores de base, reducción de parámetros mecánicos en el suelo y un incremento de la vida útil de la estructura de soporte general.

La Formulación del Problema es: ¿Cuál será el resultado del uso de la geomalla en pavimentos frente al diseño convencional (Pavimento flexible con el Método AASHTO 93) en el centro poblado de Huanchac de la ciudad de Huaraz, Áncash?

La Justificación de la investigación se realizó con el fin de tener más información para el adecuado uso de las geomallas empleándose un correcto diseño de pavimento flexible desarrollado con el proceso AASHTO 93. Por ende, se presentó la siguiente propuesta del uso de geomalla biaxial en pavimentos flexibles, el cual tuvo como fin reforzar la estructura del pavimento (capa base granular y sub-base granular) para mejorar la calidad y desempeño; los beneficios y ventajas son numerosos al usar este polímero como refuerzo en el sistema estructural del pavimento ya que no solo logran un porcentaje considerable de disminución de espesores sino también adquieren más tiempo de vida útil.

Al hacer uso de las geomallas biaxiales en la estructura de un pavimento flexible éste contribuyó con una considerable reducción del espesor de la base y sub base granular, también redujo costos y sobre todo redujo tiempo de ejecución y minimizó el impacto ambiental generado por la construcción.

Las geomallas biaxiales cuentan con diferentes propiedades muy eficientes y duraderas, que son elaborados por diferentes polímeros que llegan hacer muy económicos y de uso muy sencillo, en varios de sus casos no requieren la intervención de mano calificada para su aplicación en las carreteras. Al emplear las geomallas biaxiales, la construcción de un pavimento flexible se hará más factible, reduciendo así las horas máquina, menos explotación de canteras y un ahorro de tiempo en ejecución de carreteras, ahora las propiedades de geomalla son gráficamente explicadas con facilidad como se puede observar en las distintas páginas de marcas de geomalla biaxial.

Como Hipótesis se consideró: El uso de la geomalla biaxial mejora el diseño de pavimento a diferencia del método convencional (AASHTO 93) en el centro poblado de Huanchac.

Como objetivo General de investigación se consideró: Comparar el diseño convencional (Pavimento Flexible Método AASHTO 93) y el diseño con geomalla en el centro poblado de Huanchac.

Y como objetivos específicos se consideró diseñar un pavimento flexible con el método AASHTO 93 y un diseño de pavimento flexible con geomalla; ambos diseños de pavimento están ubicados en el centro poblado de Huanchac de la ciudad de Huaraz.

II. MARCO TEÓRICO

En el plano internacional según Jordan y Suárez (2017), en su tesis: “Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicado a vías de acceso a la ciudadela La Milina del Cantón Salinas”, estos autores en su investigación han presentado como su objetivo general: estudiar la utilización de los geosintéticos como un refuerzo en el sistema estructural de pavimentos flexibles, la metodología fue de tipo aplicada, se obtuvo un CBR menor al 3%.

Los resultados obtenidos con el método AASHTO 93 fueron: para la sub-base sin refuerzo se obtuvo una capa de 27 pulgadas de espesor a diferencia del refuerzo con geomalla donde se obtuvo una capa de 22 pulgadas de espesor, para la base sin refuerzo se obtuvo una capa de 11 pulgadas a diferencia del refuerzo con geomalla donde se obtuvo una capa de 6 pulgadas y para el espesor asfáltico en ambos casos de pavimento con refuerzo y sin refuerzo se obtuvo un resultado de 4 pulgadas de espesor. Al final los autores obtuvieron como conclusión una reducción de espesores al 24%, por ende, el estudio es una alternativa factible y económica para el proyecto.

Según Bustamante (2016), en su tesis: “Evaluación en el nivel de resistencia de una sub-rasante, con el uso combinado de una geomalla y un geotextil”; el autor realizó una mejor manera de precisar el nivel de solidez que se produce con la instalación de un geotextil y una geomalla en la interface de capa base granular y sub-rasante como refuerzo, el procedimiento que uso este autor fue llevar a cabo pruebas en laboratorio el cual le permitió conseguir los diagramas de las curvas esfuerzo y deformación para cada suceso.

El autor propuso cuatro distintos tipos de sucesos, primero hizo una propuesta fue una distribución en el sistema estructural de pavimento flexible, seguido de un sistema reforzado con geotextil, otra propuesta para el sistema estuvo reforzada con geomalla y por ultimo propuso un sistema con una estructura reforzada con ambos (geotextil y geomalla) a la vez, de todos estas propuestas se obtuvo que para el proceso donde se reforzó el sistema estructural del pavimento con geomalla este alcanzó una mayor rigidez respecto a los demás.

Como un resultado en total el autor determinó un notable mejoramiento donde se reduce alrededor de 60% en los tres procesos donde hay presencia de un refuerzo a diferencia del sistema con la estructura sin reforzar que no presenta beneficios, en consecuencia, la aplicación de refuerzos presentó menores costos debido al notable disminución. El aporte de este autor al realizar esta investigación es muy sugerente porque se puede observar la diferencia de las propuestas mencionadas y cuál de ellas resulta con una mejor conducta técnica y económica.

Según Gavilanes (2012), en su tesis: "Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintéticos aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua – La Maná". Este autor manifiesta en su investigación un objetivo centrado en el estudio del sistema estructural de pavimento sin refuerzo alguno al compararlo con un nuevo proceso de sistema estructural de pavimento reforzado con un tipo de geosintético en especial y en esta oportunidad utilizo la geomalla biaxial Mac Grid EGB 20s.

En sus resultados el autor llevo a cabo un diseño de pavimento sin reforzar utilizando un método característico para este tipo de pavimentos, posteriormente concretó el otro diseño de pavimento usando el mismo método, pero haciendo uso del geosintético en mención el cual es la geomalla biaxial Mac Grid EGB 20s, después de realizar los diseños el autor hizo una comparación en la cual arrojó un significativo resultado al obtener una gran conservación de material granular a usar el cual asciende en un 30%.

Este autor opto por los siguientes espesores de pavimento: para el sistema sin reforzar se obtuvo un espesor asfáltico de 10cm, una sub-base de 15cm y base de 20cm, para otro sistema estructural de pavimento incluido la geomalla biaxial Mac Grid EGB 20s que obtuvo un espesor asfáltico de 10cm, sub base granular de 15cm y base granular de 15cm, ambos diseños fueron realizados según el Método AASHTO 93 y un período de 10 años de diseño, como conclusión el autor finalizó que el pavimento reforzado con geomalla Mac Grid EGB 20s no necesita de un equipo/maquinaria especializada, por ende, este disminuye considerablemente la parte económica, hablando de costos de mantenimiento generados por el sistema reforzado.

En el plano a nivel nacional se encontró que según Díaz (2017), en su tesis: “Influencia de la geomalla en el diseño del pavimento flexible en la vía de evitamiento Norte – Cajamarca, 2017”, este autor planteó en su investigación un objetivo singular el cual fue calcular el dominio que tiene la geomalla en un proyecto específico en la Vía de Evitamiento Norte de Cajamarca.

Con esta investigación el autor optó una metodología aplicada porque presento la diferencia entre tres distintas alternativas de diseño de sistema estructural, entre ellas: el sistema estructural de pavimento según la norma AASHTO 93, el mismo sistema estructural esta vez aplicando el refuerzo de la geomalla Tenax Lbo 202 y otro diseño similar cambiando el tipo de geomalla el cual fue Tenax lbo 302. Al concluir los diseños el autor presento lo siguiente: con la geomalla Lbo 202 y 302 se generó una reducción de espesor de 7.50cm de capa base, con la geomalla Lbo 202 se generó una habitual disminución de 11 cm de capa sub-base y por otro parte con la geomalla Lbo 302 resultó una notable reducción de 13 cm a nivel de capa sub-base.

Debido a los resultados obtenidos el autor determinó que la aplicación de geomallas se generó un gran beneficio ya que técnicamente redujo el espesor significativamente en un 32,6% con respecto a la base y un 32,1 % en relación a la sub-base, en consecuencia, esto también se reduce en lo que respecta al costo en un 18,23% aproximadamente por m². Este aporte brindado por el autor es de suma importancia ya que en sus conclusiones determinó los beneficios obtenidos por la aplicación de la geomalla.

Según Aguirre y Flórez (2016), en su tesis: “Análisis de reducción de costos en obras viales mediante optimizaciones de ingeniería en los diseños de pavimentos flexibles: caso de estudio, obra mejoramiento de la carretera CU-110 “Huarcoondo – Pachar”, ubicado en los distritos de Huarcoondo y Ollantaytambo, provincias de Anta y Urubamba, región Cusco” se establecieron como objetivo el análisis completo del uso de las geomallas en un pavimento convencional viendo la viabilidad de costos y diseño. Así mismo los datos arrojados del uso de geomallas resulta lo siguiente, que con el uso de este polímero especial conjuntamente con el uso del método AASHTO 93.

En la que resalta la gran disminución de espesor usando la geomalla en la que reduce desde un 5% hasta un 45%, por lo que la investigación da a conocer que el sistema estructural de los pavimentos generó un 3.30% de disminución en costos de ejecución del proyecto. El aporte del estudio realizado por estos autores es muy significativo porque proporcionan la influencia que se generó en un proyecto real desde un punto de vista global.

Según Robles (2018), en su tesis: “Geomalla biaxial para optimizar base y sub base de pavimento flexible en la Av. Camino del Inca Izquierdo, distrito de Ventanilla en 2018” nos dice que el uso de pavimentos convencionales hacen que el deterioro sea más frecuente y evidente por ende la investigación opta en usar un refuerzo en los pavimentos con las geomallas ya que este tipo de aplicación darán resultados muy aceptables para la durabilidad, uso y efecto al utilizarse y trabajarse, lo primordial en este tipo de trabajo de investigación se hacen las comparaciones con resultados de cada uno de ellos.

Según Silva (2016), en su tesis: “Mejoramiento de la sub-rasante con geomallas multiaxiales tipo tx140 y tx160, aplicado a un tramo de la calle Alemania – La Molina - Cajamarca 2016”, para esta investigación sabiendo el tipo de beneficios de una geomalla biaxial también se da referencia a la multiaxial la cual su uso es provechoso al igual que la geomalla biaxial en la que también llega a la conclusión de datos finalizados que , este mejorara a la sub-rasante con un promedio de 63% lo cual se encuentra entre los parámetros de mejora de una variación de 46% a 92% lo cual es determinada por el doctor Stevens Perkins, así mismo los datos arrojaron que también reduce los espesores al igual que las biaxiales.

Según Sócola (2016), en su tesis titulada “Diseño y análisis comparativo de costos de un pavimento flexible según metodología del AASHTO 93, y otro con geomalla biaxiales en el sector de laureles del distrito del porvenir – Trujillo - La Libertad” da a conocer los mejoramientos que se tiene al utilizar las geomallas respecto al pavimento convencional como es el flexible, tanto en la aplicación y las fuentes ya establecidas, la tesis consta tanto de la utilización principalmente de la geomalla en el pavimento

para su mejora ya que hizo una comparación entre estos dos dando como resultado que el uso de geomallas en pavimentos flexibles reduce el espesor.

Así mismo, el costo en lo que era a uno sin geomallas, también este aumenta su vitalidad a cargas dinámicas como estáticas lo que lo hace viable para ser utilizado a gran escala en el ámbito de construcción. Pues los resultados arrojados dan mejoras increíbles, sabiendo que hoy en día el crecimiento de los países en general tiende a crecer y las necesidades también como son la comunicación vial es ahí donde se le da la oportunidad a los geosintéticos en especial las geomallas en este caso en particular dándonos buenos desempeños tanto específicamente como económicamente.

Según Núñez (2016), en su tesis titulada “Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geosintéticos”, si bien en los proyectos de investigación se tocan mucho sobre los beneficios de este método en este proyecto se verá también lo que son los usos mediante usos tecnificados y normalizados, pues en ese año no se tenía pues no estaba normado en nuestro país, dado los resultados de los beneficios de este material geosintético y que aporta una ayuda para en ámbito construcción vial.

También describe los beneficios en menos costo, modo de utilización y trabajabilidad lo cual es un beneficio, también se ve los aspectos metodológicos en comparación a los pavimentos; si refuerzo con geosintéticos en este caso la geomalla biaxial, nos explica que este tipo de geomallas son resistentes a la tensión así mismo son componentes de elementos en forma de nudos rígidos para la resistencia siendo bidimensionales hechos de polipropileno realizadas longitudinalmente y transversalmente, ya que las geomallas biaxiales se usan para refuerzos para dos direcciones.

Según Miranda (2019), en su tesis titulada “Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – Ongon. Provincia de Patate - La Libertad”. En este proyecto de investigación el autor nos dice las técnicas de refuerzo para una mejor calidad para los pavimentos flexibles, entonces su investigación da que el uso de geomallas biaxiales

son una mejor alternativa para el refuerzo y durabilidad mediante el método ASSTHO 93 viendo resultados en la sub base como en sub rasante, dando una notoria mejora como primera alternativa de uso, da mejor resultado, reduce las capas del pavimento.

Lo cual esto conlleva a que los costos serán mínimos, mano de obra y la trabajabilidad dentro de la construcción vial de estas magnitudes que son grandes si hablamos de construcciones viales.

Los resultados que nos da a conocer son por clasificación de tipo de geomalla, (geomalla) LBO 202 la cual reduce en un 4% en la base y la sub base en un 43%, ahora la utilización de la geomalla biaxial LBO 302 da como resultados una disminución de 8% en el espesor base y 50% en el espesor sub-base de la estructura del pavimento, en cuanto los costos se ven reducidos en 2.31% y por otro lado un 3.37% respectivamente.

Para esta investigación se presentó las siguientes teorías relacionadas para poder desarrollar el tema; Pavimento: Se define como una estructura de varias capas, asentada sobre un terreno apropiado y que tiene por finalidad suministrar una superficie de rodamiento factible y dependiendo del tipo de vehículos permita el tráfico seguro a velocidades deseadas bajo cualquier circunstancia climática. (Manual completo diseño de pavimentos UMSS, 2013 p.02).

Como otra definición factible se dice que es “Una estructura de capas que son apoyadas sobre un terreno de fundación o sub-rasante apropiado, estas capas tienen la función de sobrellevar las cargas procedentes del tráfico diario de vehículos; el pavimento está constituido por niveles/capas de distintos espesores, calidades y materiales, elaborados según normativas vigentes.”. (ICG, 2006 p.01).

Pavimento Flexible: “Es un tipo de pavimento que está compuesta por diferentes capas de bases granulares (sub-base y base). Las cargas de rueda de tráfico generan deformaciones y tensiones en la estructura. En el nivel de capa asfáltica o de rodadura está compuesta por materiales bituminosos así también como aglomerantes, agregados y en ocasiones de ser necesario y de acuerdo a las circunstancias climáticas se hace uso de aditivos”. (Manual de carreteras - MTC, 2013 p.24).

Otra definición para un pavimento flexible: Pavimento está compuesto con una estructura de capa bituminosa que está apoyada sobre dos capas granulares (la base y sub-base), sin embargo, se puede omitir cualquiera de estas capas granulares dependiendo del estado de terreno y también de las necesidades de la obra". (Montejo, 2002 p.02).

Método AASHTO 93: Este es un método establecido por ecuaciones de regresión donde se obtiene un factor muy importante denominado número estructural (SN) el cual es esencial para el cálculo de los espesores de capas que son sometidas a cargas conocidas y al impacto que resulta en el medio ambiente. (Santiago, 2016 p.43).

Superficie de Rodamiento: En La capa de rodamiento es importante que tenga la capacidad de resistencia al desgaste, poseer una adecuada estabilidad para así evitar cualquier desperfecto o daños por el impulso bajo las cargas de tránsito. Además, la capa de rodamiento tiene como función impedir el ingreso de cantidades desmesuradas de agua de la superficie a la base y sub-rasante. Una de sus principales funciones es preservar la base impermeabilizando la parte superficial del pavimento, para así poder prevenir probables infiltraciones que se puedan dar por el agua de lluvia, que probablemente pueda generar una saturación total o parcial en las capas inferiores del pavimento. (Ver Figura N° 01).

Material Asfáltico: Como dato técnico este material deberá ser cemento asfáltico con penetración 60-70 aproximadamente.

Como material asfáltico tenemos a los Áridos: Estos tienen una granulometría que esta especificada. (Ver Tabla N° 1). Un punto primordial para seleccionar el porcentaje de diseño de asfalto para el medio de los límites vacíos de aire. (Ver Tabla N° 2).

Base: Es una capa de muy alta densidad y estabilidad, tiene por finalidad absorber esfuerzos transmitidos y distribuirlos uniformemente. Estos esfuerzos generados por la carga de vehículos son transmitidos a la sub-base y por medio de esta finalmente al terreno de fundación.

En el caso de la granulometría, no es gran importancia que los granos usados tengan la misma forma y plasticidad mínima, además se sugiere no realizar ningún

compactado de materiales en la base que posean un contenido de humedad igual o mayor al límite plástico. Este material granular que se usa en la base, tiene que ser muy resistente a los cambios que son sometidos por humedad y temperatura, también no debe mostrar cambios muy considerables de volumen que sean perjudiciales, como porcentaje de desgaste debe ser menor a 50 de acuerdo el ensayo realizado de la “Maquina de Los Ángeles”, en el tamiz N° 40 la fracción que pase debe tener un índice de plasticidad inferior a 6 y un límite líquido del 25% y para el diseño, el CBR debe ser superior al 50%.

Sub base: Esta capa tiende a estar más alejada de las cargas de tráfico ya que posee una base de inferior calidad, por ende, estas le llegan más mitigadas. Debido a que las capas inferiores son poco permeables se le ha atribuido a la sub-base como una función drenante. Sin embargo, esto no debe considerarse como algo general, ya que se pueden dar casos donde la sub-base resulte muy permeable al tener una capacidad de almacenar excesivas cantidades de agua en su estructura siendo perjudicial para el pavimento.

Entre las principales características de la sub-base tenemos: controlar y eliminar la variación de volumen por su flexibilidad y plasticidad que puedan tener en el material de la sub-rasante, también controlar la elevación capilar de agua procedente de capas freáticas de sus alrededores o de otras fuentes preservando así al pavimento contra los hinchamientos, para la selección de material del espesor sub-base este debe poseer mejor facultad de soporte que el terreno inicial ya compactado.

Sub-rasante: Es también llamado terreno de fundación, la estructura que finalmente soporta todas las cargas transmitidas por vehículos que transcurren encima del pavimento. En diferentes casos, esta capa puede estar formada solo por el terreno natural dependiendo de su estabilidad, también puede estar compuesto por un relleno debidamente compactado en la parte superior.

Cuando el terreno estéril es pésimo se procede eliminar el material que lo constituye al sustituirlo por un suelo de superior calidad siempre que sea posible, si el terreno establecido es malo se procede con colocar un espesor sub-base de material

seleccionado antes de colocar la base de pavimento, y finalmente si se cuenta con un terreno de estado regular o bueno en este caso se podría prescindir de la sub-base.

Estabilización de terrenos blandos: En la ejecución/construcción de vías terrestres (pavimentos) se manifiestan a menudo diversos problemas en zonas arcillosas, o en zonas arenosas, este problema ocasionado es llamado como el fenómeno de licuación, a este problema se le da solución utilizando las geomallas de polipropileno.

Para este caso con refuerzo de geomallas biaxiales que tienen la importante función de estabilizar y dispensar las cargas que son transmitidas por los vehículos, aumentando así la suficiencia de carga de los suelos de base y reduciendo en su gran mayoría las deformaciones sobre la capa de rodamiento, dando como resultado un ahorro de futuras rehabilitaciones o mejoramientos y una mayor vida útil al pavimento.

Geomallas: Son polímeros empleados en la estructura de un pavimento que aumenta el aguante de los revestimientos frente a las tracciones y diferencias de tensión, con el fin de prevenir fisuras y desprendimientos en los revestimientos de los pavimentos. Las geomallas biaxiales se elaboran para que interactúen con el suelo de fundación de tal manera que complementen la resistencia/aguante y tensión; así establecer una resistencia geomalla-suelo conveniente para percibir cargas y distribuir las homogéneamente en la estructura del pavimento. (Guía TexDelta, 2018 p.01). (Ver Figura N° 02).

Como propiedades de la geomalla tenemos: Por su módulo de estabilidad de la abertura, esta propiedad se refiere a la interacción múltiple del módulo de tracción preliminar, la rigidez, la estabilidad y sobre todo el confinamiento, en conclusión las geomallas que cuentan con una gran capacidad de estabilidad de abertura tienen un mejor desempeño; por su forma de costillas, esta propiedad se refiere a que las costillas rectangulares o cuadradas de una geomalla proporcionan una mejor interacción con el suelo (terreno natural) y la sub-base, en conclusión las geomallas con costillas rectangulares y cuadradas tienen un mejor desempeño que los que tienen geomallas con costillas redondeadas. (Ver Figura N° 03).

También por el espesor de las costillas, el espesor de las geomallas con costillas más

anchas suministran una viable interacción con la superficie y la base, entonces las geomallas con costillas más anchas tienen mejor desempeño que las geomallas con costillas angostas; por el tamaño de su abertura, las aberturas de las mallas deben ser aptos como para permitir que el suelo y los agregados penetren sin ningún problema a través de ellas, también tienen que ser lo suficientemente diminutos como para generar un trabazón fuerte ; por su eficiencia de uniones, deben ser muy resistente como para confinar las partículas de la base del pavimento, las geomallas que cuenten con una mayor resistencia y eficiencia en las uniones tienen un mejor desempeño. (Ver Figura N° 03).

Geomallas Biaxiales: Para la creación de las geomallas biaxiales se utilizan resinas selectas de polipropileno, estos productos sobrellevan cargas distribuidas aplicadas en ambas direcciones (longitudinal y transversal) en el plano de la geomalla, además son muy resistentes a elevadas cargas dinámicas de breve plazo o cargas mesuradas durante periodos de tiempos más largos. (TENSAR 2013). (Ver Figura N° 04).

Según el cuerpo de ingenieros del ejército de los Estados Unidos con documento ETL 1110-1-189, definen a las geomallas como aberturas uniformes de gran resistencia y soporte a la tensión en dos sentidos (longitudinal y transversal) que se utilizan como refuerzo secundario en taludes de suelo reforzado en pavimentos o caminos. (USACE 2003).

Mejoramiento de Sub-rasantes: Las sub-rasantes son vulnerables al presentar un problema frecuente en la construcción de vías terrestres, su fallo genera un acelerado deterioro de todo el sistema estructural del pavimento, estas sub-rasantes vulnerables son cambiadas para luego ser sustituidas con un mejor relleno importado o también pueden ser estabilizados químicamente. En ambas opciones tienen un precio elevado y a la vez consumen mucho tiempo a diferencia de la solución Spectra de Tensar. (Ver Figura N° 05).

El sistema Spectra trata de mejorar la capacidad de las sub-rasantes existentes dispensando las cargas sobre una mejor superficie, por ende, reduce el bombeo y el fallo por esfuerzo cortante, también aprovecha al máximo la capacidad de carga de las

sub-rasantes. (Ver Figura N° 06).

Hoy en día al construirse vías terrestres pavimentadas o no pavimentadas, el mejoramiento de suelo de fundación o sub-rasante con geosintéticos (geomallas) genera una labor más económica, un gran porcentaje de ahorro de materiales, y no consume mucho tiempo de ejecución al momento de la construcción. (Ver Figura N° 07).

Como principales ventajas al emplear las geomallas biaxiales en vías terrestres son: el aumento la vida útil en el sistema estructural inicial del pavimento, la disminución de espesores de capas al ser reemplazados una parte de estos por el gran aporte que ofrece la geomalla, sin embargo no se debe olvidar que se genera una importante reducción del impacto ambiental al reducirse el espesor de las capas granulares.

Estudio de suelos: La investigación del terreno o suelo de fundación es fundamental para determinar las particularidades del suelo/terreno para un diseño adecuado de pavimento. El reconocimiento del suelo/terreno de fundación permitirá reconocer los importantes estratos de los suelos superficiales, delimitar las zonas con suelos de similares características y determinar las principales zonas de riesgo. (Manual de Carreteras MTC, 2014, pág. 25).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación:

La investigación que se desarrolló presento un tipo de investigación aplicada, puesto que se emplea tecnología y teorías ya establecidas para la solución de problemas reales. Una de las características lo expresa el autor (Roberto, 2010, pág. 05). Puesto que los datos son resultados de dimensiones expuestos por números y se deben estudiar a través de procesos estadísticos.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), El enfoque cuantitativo “Es un desarrollo que confía en la indagación y los análisis de causa-efecto. Los estudios de análisis cuantitativos se comprenden desde el pronóstico de las hipótesis y las teorías relacionadas ya estudiadas, generando como resultado aclaraciones acordes con el estudio existente, por ende, esto hace que el enfoque de sus objetivos en sus métodos y el manejo de las informaciones sean concisos. Los fenómenos examinados no deben ser afectados por ningún motivo por el investigador”.

De acuerdo a lo establecido en la investigación y sus características, se definió como un proceso de estudio cuantitativo, ya que en la investigación la información y el desarrollo se expresan en magnitudes cuantificables; también se puede decir que es debido a que en la presente investigación se sigue una serie de procedimientos donde principalmente se realiza la medición para la obtención de datos. El tipo de investigación cuantitativo pretende explicar y analizar una verdad social observada desde una perspectiva externa y objetiva. Con la presente investigación se busca determinar el diseño comparativo del pavimento convencional (AASHTO 93) frente al diseño de pavimento con geomalla biaxial en el centro poblado de Huanchac.

Para el desarrollo del presente trabajo se optó por un diseño no experimental - descriptivo, dado que no se manipulo la variable independiente en el centro poblado de Huanchac, Huaraz, Ancash-2019.

El procedimiento consiste en la medición de un grupo de objetos u personas, con una o por lo general más variables y proporcionar su descripción.



Dónde:

M: Muestra

O: Observación

A: Análisis

3.2. Variables y Operacionalización:

- Variable independiente: Pavimento Flexible.
- Variable dependiente: Pavimento con Geomalla.

Definición conceptual:

Pavimento Flexible: Pavimento que está compuesto con una estructura de capa bituminosa que está apoyada sobre dos capas granulares (la base y sub-base), sin embargo, se puede omitir cualquiera de estas capas granulares dependiendo del estado de terreno y también de las necesidades de la obra". (Montejo, 2002 p.02).

Pavimento con geomalla: Las geomallas biaxiales son utilizadas con mayor frecuencia para refuerzos de bases en todo tipo de suelo, las distribuciones de esfuerzos serán en ambos sentidos, es decir, las geomallas absorben y distribuyen esfuerzos en un área mayor. (Cidelsa, 2015, pág. 02).

Definición operacional:

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

Pavimento con geomalla: Se plantea realizar el diseño de pavimento (AASHTO 93) reforzado para analizar y evaluar los resultados obtenidos con el uso de geomalla en la estructura del pavimento.

Indicadores:

Pavimento flexible: Se seguirá el diseño convencional de pavimento flexible AASHTO 93, como indicadores tenemos a la estructura del pavimento, el estudio de tráfico, CBR y mecánica de suelos.

Pavimento con geomalla: Se seguirá un diseño de pavimento reforzado flexible AASHTO 93, como indicadores tenemos a la estructura del pavimento, el estudio de tráfico, CBR y mecánica de suelos.

Escala de medición:

Para ambos casos las escalas de medición serán: la estructura de pavimento, estudio de tráfico y mecánica de suelos serán de razón; el CBR tendrá una escala de medición de Intervalo.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

La población requerida en su totalidad para el estudio las cuales poseen características en común a los que se quiere hacer que en este caso es un diseño comparativo de pavimento flexible y pavimento con geomalla en el centro poblado de Huanchac ubicado en la ciudad de Huaraz - Áncash - Perú.

En esta investigación damos como población a toda la longitud de la vía principal, siendo en su totalidad una longitud de 2851.74 metros que se ubica en el centro poblado de Huanchac, en la cual se realizó un diseño comparativo entre pavimento flexible y pavimento con geomallas de tipo biaxial, la cual es principal fuente de investigación que son el uso de estas geomallas y ver cuál de los dos sistemas dieron resultados viables para su futura ejecución por dicho estudio.

Entonces tomamos como muestra todo el recorrido desde donde se inicia el punto de diseño de comparativo hasta el final del tramo de la localidad de Huanchac, teniendo en cuenta las referencias del capítulo IV del manual de carreteras, las cuales se verán los siguientes puntos: suelos, geología, geotecnia y pavimentos del ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

Criterios de Inclusión: Según el manual de carreteras del ministerio de transportes y comunicaciones del Perú, para el diseño se debe tener en cuenta todo el recorrido de ésta, por lo que no hay lugar a muestras de pequeños tramos, se debe tomar en cuenta cuál será el tramo a trabajar, a través de estudios completos pertinentes a dicha investigación como son en laboratorio de suelos así mismo con la supervisión y correlación correcta de los participantes.

Como criterio de exclusión son aquellas zonas en específico que no están o no figuran dentro del “trazo” tales como los sentidos y pases paralelos que también en un futuro se necesitaran hacer su propio estudio de la vía, estos se encuentran excluidos como meta de estudio de dicha investigación de acuerdo a los parámetros que se ha establecido de la carretera de la localidad de Huanchac.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Análisis de Documentos: Esta técnica consiste en una técnica intelectual que está constituida por documentaciones escritas, en consecuencia, especifica la recopilación de datos de diseño referente a normas ya establecidas de infraestructura vial. (Normativa AASHTO 93 y Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Técnicas de gabinete: Esta técnica trata de recopilar los fundamentos previamente indagados, el diseño y proceso de datos basados en la norma AASHTO 93 juntamente con el reglamento nacional de edificación. Para la elaboración de esta técnica tenemos el estudio de tráfico realizado en el lugar de estudio y posteriormente todos los cálculos necesarios para el diseño de pavimentos.

Técnicas de campo: Esta técnica consiste en plasmar las labores realizadas como el estudio de tráfico y la extracción de indicios de suelo (calicatas) para luego ser analizadas en un laboratorio.

3.4.2. Instrumentos

Sera observación directa, este instrumento está basado en observar las causas de la problemática, luego tomar la información registrada y proponer un diseño adecuado para el pavimento.

3.4.3. Validez

Siendo un requisito importante para lograr determinar datos relevantes de manera sólida, eficaz y confiable, se logra la medición.

3.5. Procedimientos

Se inició recaudando la información de tránsito del sector en estudio, así mismo se evaluó las condiciones de tráfico de la zona mediante formatos dados por el ministerio de transporte y comunicaciones, luego se realizó la extracción de muestras (calicatas) con ello realizar el estudio de mecánica de suelos para poder realizar el diseño de pavimento por el método AASHTO 93.

3.6. Método de análisis de datos

Comprende los trabajos efectuados en campo y gabinete, luego se calculó el diseño de pavimento mediante el proceso AASHTO 93 para pavimentos flexibles con refuerzo y sin refuerzo estructural. De esta manera se pudo obtener espesores reales computarizados en software de ingeniería tales como: Aplicación AASHTO 93.

3.7. Aspectos éticos

En los aspectos éticos tomamos el compromiso ante el centro poblado de Huanchac, para su respectivo diseño todos los datos recolectados con compromiso y transparencia, para la buena realización de dicho proyecto, en este caso la buena comparación entre estos dos pavimentos y ver cuál de ellos será más viable para el buen uso y a la larga el desarrollo de dicho lugar para el crecimiento y la buena comunicación vial.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de los objetivos de estudio

4.1.1. Diseño de pavimento flexible (AASHTO 93)

Diseño de pavimento:

Según el cuadro 4.1 del Manual de Carreteras del MTC y de acuerdo al estudio de tráfico (IMDA) analizado en el centro de estudio dando como resultado que es una Carretera de Tercera clase con IMDA entre 400-201. (Ver Tabla N° 04).

Según el cuadro 4.2 del Manual de Carreteras del MTC, se realizó el número de ensayos para el cálculo de CBR y Mr dando como resultado realizar el estudio cada 2km; se hizo el estudio para 2 tipos de CBR. (Ver Tabla N° 05).

Para la descripción de suelos se realizó el estudio de granulometría, plasticidad, ensayo de proctor modificado, clasificación de suelos y ensayo CBR de las 2 calicatas realizadas, dando como resultado que el suelo está formado por estratos superficiales y principalmente predomina el material arena arcillosa y grava.

CBR OBTENIDO: El cálculo de CBR dio por resultado lo siguiente:

CALICATA	PROGRESIVA	CBR %
C-1	0+000	20.07
C-2	3+000	24.93

Fuente: Laboratorio COSISAM 2020.

Se utilizó como dato el CBR más crítico:

CBR DE DISEÑO
20.07

- **Periodo de diseño:**

El diseño de pavimento flexible en este centro poblado es de 20 años.

- **Variables:**

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left[\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(\text{MR}) - 8.07$$

Número acumulado de ejes simples equivalentes (ESAL):

El estudio de tráfico se hizo por 7 días con el formato y clasificación vehicular proporcionado por el MTC, Manual de carreteras del MTC y el Factor de crecimiento de tráfico calculado con datos del INEI; de acuerdo al cuadro 6.15 del Manual de Carreteras del MTC el tipo de pavimento por número de repeticiones de ejes equivalentes es TP2.

$$\text{ESAL} = 319\,856.78$$

Módulo de resiliencia (Mr):

Para este proceso se usó la siguiente fórmula que fue proporcionada por el Manual de Carreteras del MTC, se tomó en cuenta el CBR mínimo.

$$M_r = 2555 * \text{CBR}^{0.64}$$

$$M_r = 2555 * 20.07^{0.64}$$

$$M_r = 17418.91 \text{ psi}$$

Confiabilidad (%R):

Conforme a la guía AASHTO 93 y las recomendaciones del manual de carreteras del MTC - Cuadro 12.6, según el volumen de tráfico TP2 concluimos:

$$R\% = 75 \%$$

Coefficiente de desviación estándar (Zr):

De acuerdo a las recomendaciones del manual de carreteras del MTC - Cuadro 12.8, según el nivel de confiabilidad seleccionada y el rango de tráfico TP2:

$$Z_r = -0.674$$

Desviación estándar (So):

Para este tipo de pavimentos se recomienda usar un $S_o = 0.45$

Índice de Serviciabilidad (PSI):**Índice de serviciabilidad inicial (Pi)**

De acuerdo al cuadro 12.10 del manual de carreteras del MTC, según rango de tráfico TP2 – caminos con bajo nivel de tránsito.

$$P_i = 3.80$$

Índice de serviciabilidad final (Pt)

De acuerdo al cuadro 12.11 del manual de carreteras del MTC, según el rango de tráfico TP2 – caminos con bajo nivel de tránsito.

$$P_t = 2.00$$

Variación de serviciabilidad final (Δ PSI)

$$\Delta PSI = P_i - P_t$$

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

Número estructural propuesto (SN):

Se realizó el proceso por el método de la ecuación AASHTO de todos los datos obtenidos, dando como resultado lo siguiente: (Ver Figura N° 08).

$$SN = 1.87$$

Coefficiente de drenaje:

Como calidad de drenaje se estimó el valor de BUENO, se realizó un promedio de los coeficientes de drenaje entre 1.25 – 1.15, tomando el valor de 1.20.

Cálculo de espesores de diseño:

Para el diseño de pavimento flexible con el método AASHTO 93 se usó una plantilla Excel ingresando los datos ya determinados con anterioridad para el cálculo de espesores, facilitando nuestro diseño.

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left[\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(\text{MR}) - 8.07$$

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = -0.674 * 0.45 + 9.36 * \text{Log}_{10}(1.87 + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left[\frac{3.80 - 2.00}{4.2 - 1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(1.87 + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(17418.91) - 8.07$$

5.510 = 5.514 OK

	REQUERIDO			PROPUESTO
SNr	1.870			4.162
a1	0.170/ cm	0.432/ pulg.		
a2	0.052/ cm	0.132/ pulg.	CBR= 80%	
a3	0.047/ cm	0.119/ pulg.	CBR=40%	
m2	1.20			
m3	1.20			
D1	5 cm	0.864	SN1	
D2	25 cm	1.584	SN2	
D3	30 cm	1.714	SN3	
		4.162		

FUENTE: Elaboración Propia.

4.162 > 1.870

SN PROPUESTO > SN REQUERIDO SI CUMPLE
(Ver Figura N° 09).

4.1.2. Diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla

La geomalla biaxial BX1100 como refuerzo en pavimentos flexibles incorpora un gran aporte, ya que es notable la disminución de capas al tenerlo como refuerzo. Para este diseño se añadió el coeficiente LCR en la siguiente ecuación:

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

Dónde:

a_1, a_2 y a_3 = Coeficientes de capas.

D_1, D_2 y D_3 = Espesores (capa asfáltica, base y sub base).

m_1 y m_2 = Coeficientes de drenaje.

LCR = Este valor puede ser determinado en laboratorio o también puede ser proporcionado por empresas fabricantes de este polímero, así como se manifiesta en la siguiente ecuación:

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

Dónde:

SN_r = Número estructural (reforzada).

SN_u = Número estructural (no reforzada).

La reducción de espesores con el uso de la geomalla puede ser estimada, tomando en cuenta que no existe una capa de sub-base, como se muestra en la siguiente ecuación:

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

Es posible disminuir el espesor de la capa de asfalto usando la siguiente ecuación:

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

Haciendo uso de la figura nº 09, se pudo determinar el espesor D_2 con respecto a la base en un pavimento flexible reforzado. De acuerdo a los valores ($D_1, D_2, D_3, a_1, a_2, m_2$).

Para una parte de la estructura sin reforzar se puede determinar su número estructural sin muchas complicaciones; por otra parte, para una sección reforzada se toma en cuenta el valor estimado del CBR de la sub-rasante y este debe ser proporcional al valor del coeficiente de LCR que se muestra en la gráfica de diseño. (Ver Figura Nº 10).

Cálculo de pavimento flexible utilizando geomalla: (Ver Figura Nº 11).

Espesores de capas de pavimento según diseño:

Primero se calculó el número estructural según la metodología AASHTO 93.

Luego se utilizó la ecuación de número estructural, al determinar los valores se obtuvo el número estructural sin refuerzo de geomalla; para el cálculo se recomienda convertir los espesores en pulgadas.

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

$$SN_1 = 0.864$$

$$SN_2 = a_2 m_2 D_2 ; SN_2 = (0.132)(1.20)(10)$$

$$SN_2 = 1.584$$

$$SN_3 = a_3 m_3 D_3 ; SN_3 = (0.119)(1.20)(12)$$

$$SN_3 = 1.714$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 ; SN = 0.864 + 1.584 + 1.714$$

$$SN = 4.162$$

A continuación, se calculó la estructura al sustituir la base juntamente con el número estructural determinado, también se sustituye la base granular por la sub-base granular; entonces al calcular espesores uniformes se obtuvo un similar valor numérico de número estructural inicial al cual se le denominó D_3 .

$$SN = 4.162$$

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

$$4.162 = (0.432)(2) + (0.119) * D_3 * 1.20$$

$$D_3 = \frac{3.298}{(0.119)(1.20)}$$

$$D_3 = 23.095 \text{ Pulg.}$$

Se calculó un nuevo el espesor para la capa sub-base con un refuerzo aplicado de una geomalla de 30KN/m (Tipo B), para este proceso se consideró una sub-rasante con un CBR=2% ya que este necesitaría refuerzo, esto se obtuvo de la figura N° 10. (Ver Figura N° 12).

Para visualizar la contribución que tiene la geomalla en la estructura del pavimento y así lograr una disminución de espesor, el número estructural tiene que ser constante:

$$SN_r = SN$$

$$SN_r = 4.162$$

En este paso se realizó el cálculo del nuevo espesor con la aplicación de la geomalla como parte esencial de la estructura, haciendo uso de la ecuación del número estructural por el método AASHTO (SN) pero ahora se toma en cuenta el valor del coeficiente de LCR determinado en la figura N° 12.

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

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

$$D_{3r} = \frac{(4.162 - (0.432)(2))}{0.119 * 1.50 * 1.20}$$

$$D_{3r} = 15.397 \text{ Pulg.}$$

Al ser calculado el nuevo espesor de la capa con la aplicación de la geomalla, este se vuelve a determinar en el siguiente paso dando como resultado:

$$a_3 D_{3r} m_3 = (0.119)(15.397)(1.20) = 2.198$$

En este proceso, la estructura seguirá manteniendo los datos obtenidos de la base y sub-base, luego con el número estructural de la capa sub-base calculada en el proceso anterior se debe calcular los nuevos espesores:

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

$$2.198 = (0.132)D_{2r}(1.20) + (0.119)D_{3r}(1.20)$$

Se tiene dos incógnitas y una sola ecuación, para solucionarlo se realizó iteraciones para conseguir espesores razonables y viables para el sistema estructural del pavimento. Primero para el cálculo del espesor de la base se sugiere que el valor estimado tenga más de 15 cm o 6 pulgadas de espesor. Segundo se deja como constante el espesor de la base, que en este proceso se escogió el valor estimado de 20 cm y así finalmente se pudo despejar y solucionar la ecuación como se muestra a continuación:

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

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

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

$$2.198 = (0.132)(8)(1.20) + (0.119)D_{3r}(1.20)$$

$$D_{3r} = 6.518 \text{ Pulg.} = 16.56$$

Luego se verificó los nuevos espesores de capas granulares calculados con la inclusión del polímero. Para que sea factible constructivamente la estructura calculada, los espesores hallados normalmente son rectificados haciendo simple su proceso constructivo.

Por consiguiente, se debe comprobar que la variación no traiga ninguna consecuencia grave en el desempeño de la estructura, entonces el número estructural determinado con respecto al número de aporte estructural debe ser en lo potencialmente semejantes.

$$(0.132)(8)(1.20) + (0.119)(6.518)(1.20) = 2.198 \quad \text{.. OK}$$

4.1.3. Comparación de ambos diseños de pavimento

Tabla N° 26 - Análisis y comparación de espesores de capas de pavimento.

CAPA	Espesor pavimento flexible	Espesor pavimento con geomalla	Disminución de espesor (%)
Carpeta asfáltica	5 cm	5 cm	0
Capa Base	25 cm	20 cm	20 %
Capa Sub-base	30 cm	16.56 cm	44.8 %

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

En este presente informe de investigación se manejó el procedimiento de la triangulación donde se contrastó los antecedentes, objetivos, marco teórico y resultados. La discusión de resultados amerita presentarlo en detalle.

Nuestro Objetivo general es Comparar el diseño convencional (Pavimento Flexible Método AASHTO 93) y el diseño con geomalla en el centro poblado de Huanchac. Por un lado, se puede observar los resultados organizados en la tabla N° 06 análisis y comparación:

En la tabla N° 26: Se realizó el Análisis y la comparación de espesores de la capa base y sub-base con método tradicional vs método con refuerzo de geomalla, donde se observa que el espesor de la capa base disminuye; con el método tradicional se obtuvo un espesor de 25cm y empleando la geomalla en el diseño como refuerzo se obtuvo un espesor de 20cm, haciendo un porcentaje de 20% de disminución de espesor de la capa base.

Por otro lado, en la tabla N° 26: Se realizó el Análisis y la comparación de espesores de capa base y sub-base método tradicional vs método con refuerzo de geomalla, donde se observa que el espesor de la capa sub-base disminuye; con el método tradicional se obtuvo un espesor de 30cm y empleando la geomalla en el diseño como refuerzo tenemos un espesor de 16.56cm, haciendo un porcentaje de 44.8% de disminución de espesor en la capa sub-base.

Los resultados obtenidos por nuestra investigación para el diseño de pavimento dependieron mucho del estudio de tráfico vial realizado, un total de población de 2851.74m de longitud de carretera y sobre todo del CBR obtenido del estudio de suelos; debido a que el CBR de diseño es muy bueno por estar en un intervalo de $20\% \leq \text{CBR} < 30\%$ según el manual de carreteras de MTC, se logró como resultado una gran disminución de espesores al momento de realizar la comparación de diseños de pavimento como es a nivel de capa sub-base en un 44.8% y un espesor a nivel de capa base de 20%. Estos resultados varían ya que dependen del estudio de tráfico vial y del estudio de suelos (CBR).

Nuestros Objetivos Específicos son el diseño de pavimento flexible con método AASHTO 93 y el diseño de pavimento flexible con refuerzo de geomalla biaxial.

El autor Díaz (2017), en su investigación Influencia de la geomalla del pavimento flexible realizada en la vía de Evitamiento Norte–Cajamarca, consiguió como resultado al comparar diseños de pavimentos reforzados con geomallas Tenax Lbo 202 y Tenax Lbo 302, una reducción de 7.50cm en ambos casos para la base, para la sub-base la geomalla Lbo 202 obtuvo una reducción de 11.00cm a diferencia de la geomalla Lbo 302 con el cual obtuvo una reducción de 13.00cm.

Nuestros resultados calculados al utilizar la geomalla biaxial Tensar Bx1100 como refuerzo en el pavimento flexible tradicional fueron: la carpeta asfáltica tiene un espesor de 5cm el cual no cambia al usar el refuerzo con la geomalla, un espesor de base de 25cm el cual se redujo a 20cm al usar la geomalla biaxial y el espesor de la sub-base es de 30cm el cual se redujo a 16.56cm.

Los resultados obtenidos son distintos al del autor Díaz (2017), debido al total de CBR obtenidos por longitud de carretera y a que se utilizó otro tipo de geomalla, en el caso del autor se usó la geomalla Tenax Lbo 202 y Tenax Lbo 302 y para nuestro diseño se usó la geomalla biaxial tensar BX1100.

VI. CONCLUSIONES

Primero: Se comparó ambos diseños de pavimento, el diseño con el proceso tradicional AASHTO 93 y el proceso reforzado con geomalla en el centro poblado de Huanchac, Huaraz, Ancash – 2019, donde se aprecia un mejoramiento notable en el diseño, en consecuencia, un gran ahorro de materiales (piedra chancada de un máximo de 3/4", Arena gruesa que pasa por Malla N° 8 y se retiene en la Malla N° 200, material fino que pasa por malla N° 200 y cemento asfáltico calentado a 150 °C – 180 °C); los espesores hallados en valores porcentuales fueron significativos ya que a nivel de capa base se obtuvo un 20.00% y a nivel de capa sub-base se obtuvo un 44.8%. Al llevar a cabo la comparación de resultados de los diseños de pavimento flexible vs pavimento reforzado con geomalla se obtuvo que el diseño con geomalla proporciona excelentes resultados en espesores, por ende, trae consigo un significativo ahorro con respecto al corte de terreno, la baja utilización de equipos o maquinarias (horas máquina) y una mejor viabilidad para el proyecto.

Segundo: Se diseñó el pavimento flexible tradicional usando el método AASHTO 93 y se obtuvo espesores muy significativos de materiales granulares, con este proceso se determinó los espesores a considerar de capa base 25cm, y capa de sub-base de 30cm.

Tercero: Se diseñó el pavimento usando de refuerzo la geomalla biaxial y se obtuvo espesores viables de materiales granulares el cual resulta un diseño óptimo y dinámico para el estudio, con este proceso se determinó los espesores a considerar de capa base 20cm y de capa sub-base 16.56cm.

VII. RECOMENDACIONES

En la presente investigación se recomienda:

Primero: Para futuros trabajos recordar la importancia del cuidado del medioambiente que es uno de las consideraciones primordiales para el diseño de pavimento flexible, por ende, se recomienda utilizar geomallas biaxiales ya que se ha comprobado que reduce las emisiones de CO₂.

Segundo: Para todo aquel estudiante interesado en una futura investigación se recomienda tomar en cuenta las especificaciones técnicas del tipo de geomalla a utilizarse (Biaxial, triaxial, multiaxial), ya que cada tipo de este geosintético cumple con una diferente función, teniéndose que seleccionar el tipo de geomalla ideal donde se realizara el proyecto, y de esta manera pueda tener un adecuado uso y ser lo más beneficioso durante la vida útil proyectada.

Tercero: Para todo aquel estudiante interesado en el tema de las geomallas como un método de mejorar la estructura de un pavimento, utilizar como premisa el presente trabajo de investigación en el cual se recopilaron datos esenciales que ayudaran a fortalecer más sus ideas.

REFERENCIAS

ACADEMIA de investigación. Manual para la elaboración de tesis y trabajos de investigación. Puebla: s.n., 2018. 47 pp.

ACOSTA y MACÍAS. Estudio sobre materiales granulares de la cantera Río de Oro utilizados como Base para pavimentos Flexibles - Bucaramax. Tesis (Titulación en Ingeniería civil), 2006.

AGUIRRE Y FLORES. Análisis de reducción de costos en obras viales mediante optimizaciones de ingeniería en los diseños de pavimentos flexibles: caso de estudio, obra mejoramiento de la carretera CU-110 “Huarcocondo – Pachar”, ubicado en los distritos de Huarcocondo y Ollantaytambo, provincias de Anta y Urubamba, Región Cusco. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Cusco, Perú: Universidad Andina Del Cusco, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/706>

BUSTAMANTE, Andrés. Evaluación en el Nivel de Resistencia de Sub-rasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil. Tesis (Master en Ingeniería en Vialidad y Transportes). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, 2016.

Disponible en:

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

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica [en línea]. Lima: San Marcos, 2005.

ISBN: 9972342425.

CIDELSA. Cidelsa Geomallas. [En línea]. Lima: 2015. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2017].

Disponible en <http://www.cidelsa.com>

DEPARTAMENTO de Administración y Evaluación de Pavimentos. Identificación de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación. República Dominicana: Dirección General de Reglamentos y Sistemas, 2016.

GAVILANES, Nydia. Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintético aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua - La Maná. Disertación (Titulación en Ingeniero Civil). Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012.

Disponible en:

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6427/9.20.001877.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

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

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

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

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

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

ISBN: 978-4628-8288-5.

MENEDEZ, José. Ingeniería de pavimentos tomo 3. Perú. Instituto Nacional y Gerencia. 2016.

ISBN: 9786124280177.

MENEDEZ, José. Ingeniería de pavimentos tomo 2. Perú. Instituto Nacional y Gerencia. 2016.

ISBN: 9786124280160.

MENEDEZ, José. Ingeniería de pavimentos tomo 1. 5ª ed. Perú. Instituto Nacional y Gerencia. 2016.

ISBN: 9786124280153.

MINISTERIO de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima. 2013.

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, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.

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

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá: Agora Editores, 2002.

ISBN: 9589603629.

NAMAKFOROOSH, Mokammad. Metodología de la investigación. México: Editorial Luminosa. 2000.

ISBN: 968-18-5517-8.

NUÑEZ, Anselmo. Optimización de Espesores de Pavimentos con Aplicación de Geosintéticos. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2016.

Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2056/Anselmo_Nu%C3%B1ez_Condori.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OFICINA de tesis de grado – UASD. “Orientación metodológica básica para el proceso de elaboración de tesis de grado”. 2011.

ORREGO, Daniel. Análisis técnico económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia universidad Católica del Perú, 2014.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5419>

PÉREZ, P. 2013. Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos, sección suelos y pavimentos. 2013.

ROBERTO, Supiere. Metodología de la investigación. México: s.n., 2010.

ISBN: 9701057538.

ROBLES, Luis. Geomalla Biaxial para Optimizar Base y Sub-base de Pavimento Flexible en la Av. Camino Inca Izquierdo, Distrito de Ventanilla en 2018. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24979>

RODRIGUEZ y Valldeoriola. Metodología de la Investigación. México: Red Tercer Milenio. 2012.

RONDÓN y REYES. Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: tendencias, alcances y limitaciones. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. 2007.

ROSA, Jiménez. Metodología de la investigación. La Habana: Ciencias médicas, 1998. ISBN: 9592120668.

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

ISBN: 9701057538.

SABOGAL, Fernando Sánchez. Copernico. Copernico. [En línea]. 6 de Noviembre de 2009. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.]

Disponible en:

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

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

SILVA, Mayra. Mejoramiento de la sub-rasante con geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX 160, aplicado a un tramo de la calle Alemania - La molina - Cajamarca 2016. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. 2016.

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10543>

SÓCOLA, Marcos. Diseño y Análisis Comparativo de Costos de un Pavimento Flexible Según Metodología del AASHTO 93 y otro con Geomallas Biaxiales en el Sector Los Laureles Del Distrito de El Porvenir – Trujillo – La Libertad. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. 2016.

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4451>

SOWERS, George B. y Soderas, George F. Introducción a la mecánica de suelos y cimentación manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. 2012.

TAIPE y Tovar. Comportamiento del pavimento flexible con el uso de geomalla en el distrito de Lircay KM 0+010 camino a Ocopa departamento de Huancavelica. Tesis (Ingeniero civil). Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. 2012. 126 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/218>

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

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

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

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

ZORNBERG, J. Sistemas de pavimentos reforzados con geosintéticos. Ciencia e Ingeniería, 2013. 5-23 pp.

ANEXOS

Anexo. Matriz de operacionalización de variables

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Pavimento Flexible	Pavimento que está compuesto con una estructura de capa bituminosa que está apoyada sobre dos capas granulares (la base y sub-base), sin embargo, se puede omitir cualquiera de estas capas granulares dependiendo del estado de terreno y también de las necesidades de la obra". (Montejo, 2002 p.02).	Se plantea realizar el tradicional diseño de pavimento (AASHTO 93) para posteriormente analizar los resultados de la evaluación obtenidos.	Diseño de Pavimento tradicional (AASHTO 93)	Estudio de Tráfico	Razón
				Mecánica de suelos	
				Estructura del pavimento	
				CBR	Intervalo
Pavimento Con Geomalla biaxial	Las geomallas biaxiales son utilizadas con mayor frecuencia para refuerzos de bases en todo tipo de suelo, las distribuciones de esfuerzos serán en ambos sentidos, es decir, las geomallas absorben y distribuyen esfuerzos en un área mayor. (Cidelsa, 2015, pág. 02).	Se plantea realizar el diseño de pavimento (AASHTO 93) reforzado para analizar y evaluar los resultados obtenidos con el uso de geomalla en la estructura del pavimento.	Diseño de pavimento con geomalla biaxial BX1100	Estudio de Tráfico	Razón
				Mecánica de suelos	
				Estructura del pavimento	
				CBR	Intervalo

Anexo. Instrumentos de recolección de datos

**AUTORIZACIÓN PARA LA
REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE
CAMPO**

"Año de la universalización de la salud"

AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DEL CAMPO PARA EL SIGUIENTE PROYECTO 'DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019'

Conste el presente documento para la autorización por parte del ciudadano: BUSTOS ABAD KEVIN DAVID con DNI N° 48500529, domiciliado en Shancayan Alto s/n y AMES MACEDO ROBERT OMAR con DNI N° 72169282 con domicilio legal Los olivos Psj. Llanganuco N°218, ambos estudiantes de Ingeniería Civil de decimo ciclo de la Universidad Cesar Vallejo de Huaraz S.A.C, con RUC N° 20164113523.

1.0 La Municipalidad del centro poblado Huanchac, suscribe y acepta la presente autorización con la finalidad de brindar el desarrollo urbano en cuanto a la transitabilidad vehicular.

AMES MACEDO ROBERT OMAR
DNI: 72169282



BUSTOS ABAD KEVIN DAVID
DNI: 48500529





AUTORIDAD A CARGO

Regidor: Jamanca Figueroa Marcelino Eugenio

DNI: 31682712

ESTUDIO DE SUELO

CALICATA N° 01



RUC: N° 20600034007
 REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (NTP 339.128-1999)

Pag. 01 de 07 Solicitud N° S-133-2020

Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"

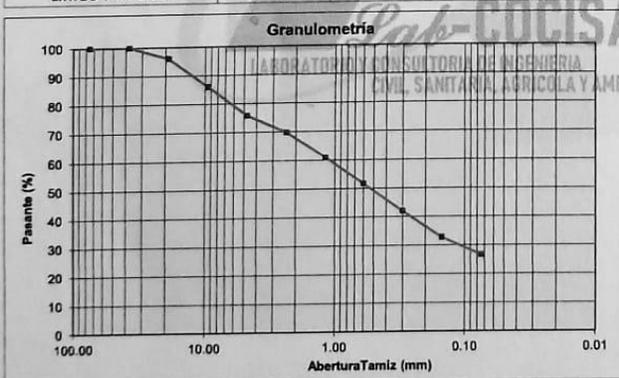
Solicita Lugar : Ames Macedo Robert Omar
 : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash.

Fecha : 20/05/2020
Muestreado por : Consultor
Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera :	--	Progresiva:	0+000.00
Calicata :	C-01	Muestra :	M-01
		Material :	SM
		Profundidad :	1.20

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Masa inicial seca(gr)	= 1001.00	% que pasa N°200 =	26.67
Masa Lavada y Seca(gr)	= 734.00	Tamaño Max =	3"
Masa Retenido 3"(gr)	= 0.00		

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE, ACUMULADO	
	ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante
BOLONES						
GRAVA		3"	75.000	0.00	0.00	100.00
	Gruesa	1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
		3/4"	19.000	39.00	3.90	96.10
	Fina	3/8"	9.500	101.00	10.09	86.01
# 4		4.750	102.00	10.19	75.82	
ARENA	Gruesa	# 8	2.360	61.00	6.09	69.73
		# 16	1.180	89.00	8.89	60.84
		# 30	0.600	93.00	9.29	51.55
	Fina	# 50	0.300	96.00	9.59	41.96
		# 100	0.150	92.00	9.19	32.77
		# 200	0.075	61.00	6.09	26.67
LIMOS Y ARCILLA	< 200	0.000	267.00	26.67	100.00	0.00



DESCRIPCIÓN DE DATOS	
Limite Líquido, LL :	18.33
Limite Plástico, LP :	17.10
Ind. de plasticidad, IP :	1.23
Cont. Humedad (%) :	6.80
Clasificación SUCS :	Arena limosa con grava SM
Clasificación AASHTO :	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa

% GRAVA	24.18	% Gruesa :	3.90	D60 (mm) =	1.13
		% Fina :	20.28	D30 (mm) =	0.12
% ARENA	49.15	% Gruesa :	6.09	D10 (mm) =	0.03
		% Media :	18.18	Coefficiente uniformidad (Cu) =	40.10
% LIMOS	26.67	% Fina :	24.88	Coefficiente compacidad (Cc) =	0.42

(Handwritten signature and stamp)
 ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA



RUC: Nº 20600034007
 REGISTRO INDECOPI/CERTIFICADO NºS00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
 (NTP 339.127-1998)

Pag.02 de 07 Solicitud Nº S-133-2020

Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"

Solicita : Ames Macedo Robert Omar **Fecha** : 20/05/2020

Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz , Reg. Ancash. **Muestreado por** : Consultor Técnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : --- **Progresiva** : 0+000.00 **Material** : SM

Calicata : C-01 **Muestra** : M-01 **Profundidad** : 1.20

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	923.00	969.20
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	867.70	912.50
Peso Contenedor	Mc	65.80	66.10
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	801.90	846.40
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	55.30	56.70
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	6.90	6.70

HUMEDAD PROMEDIO (%)	6.80
-----------------------------	-------------

Lab-COCISAM
 LABORATORIO Y CONSULTORIA DE INGENIERIA
 CIVIL, SANITARIA, AGRICOLA Y AMBIENTAL

ALDO VILLALBA
 Ingeniero Civil - CIP N° 1109459
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA





RUC: N° 20600834007
 REGISTRO INDECOPI/CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
 (NTP 339.129-1999)

Pag.03 de 07 Solicitud N° S-133-2020

Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"

Solicitante : Ames Macedo Robert Omar **Fecha** : 20/05/2020

Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash. **Muestreado por** : Consultor
Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : ---	Progresiva : 0+000.00	Material : SM
Calicata : C-01	Muestra : M-01	Profundidad : 1.20

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	11	15	20	25
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	32.94	34.06	29.58	33.61
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	30.24	31.29	27.34	30.89
(3) Peso del Recipiente (gr)	16.96	17.12	15.46	16.07
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	2.70	2.77	2.24	2.72
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	13.28	14.17	11.88	14.82
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	20.33	19.55	18.86	18.35



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2
N° de frasco	1	2
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	31.91	31.88
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	29.94	29.90
(3) Peso del Recipiente (gr)	18.64	18.09
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	1.97	1.98
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	11.30	11.81
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	17.43	16.77

ALDO VIVEROS
 Ingeniero Civil - CP N° 103459
 ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA

Límite Líquido (L.L.) = 18.33 | Límite Plástico (L.P.) = 17.10 | Índice Plasticidad (I.P.) = 1.23



RUC: N° 20600034007
 REGISTRO INDECOPIA CERTIFICADO N°500116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO
 (NTP 339.131-1998)

Pag.04 de 07	Solicitud N° S-133-2020
Proyecto	: "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"
Solicita	: Ames Macedo Robert Omar
Lugar	: Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz , Reg. Ancash.
	Fecha : 20/05/2020
	Muestreado por : Consultor
	Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera :	---	Progresiva :	0+000.00
Calicata :	C-01	Muestra :	M-01
		Material	SM
		Profundidad	1.20

MUESTRA DE ENSAYO		M-01	M-02
Porcion de muestra de ensayo		Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado		Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua	gr (Ma)	648.23	649.15
Masa picnometro + agua + suelo	(Mb)	722.13	721.56
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	130.00	130.00
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	gr (Mo)	130.00	130.00
Peso Especifico Relativo de Solidos (Gs=Mo/(M0+(Ma-Mb))		2.32	2.26

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)	2.29
---	-------------

Lab-COCISAM
 LABORATORIO Y CONSULTORIA DE INGENIERIA
 CIVIL, SANITARIA, AGRICOLA Y AMBIENTAL
 Ing. Robert Ames Macedo
 Inge. Civil - CIP N° 130459
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA





RUC: N° 20600634007
 REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13893-2019

**PROCTOR MODIFICADO
 (ASTM D 1557)**

Pag. 05 de 07 Solicitud N° S-133-2020
Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"
Solicita : Ames Macedo Robert Omar **Fecha** : 20/05/2020
Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash. **Muestreado por** : M.E.C
Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : --- **Progresiva** : 0+000.00 **Material** : SM
Calicata : C-01 **Muestra** : M-01 **Profundidad** : 1.20

N° GOLPES/CAPA : = 25.00 **DIMENSIONES DEL MOLDE**
N° CAPAS : = 5.00 **Altura** : 11.60 cm **Volumen** : 2123 cm3
Peso Martillo : = 4.54 **Diametro** : 10.10 cm
Peso Molde : 2830.0 kg

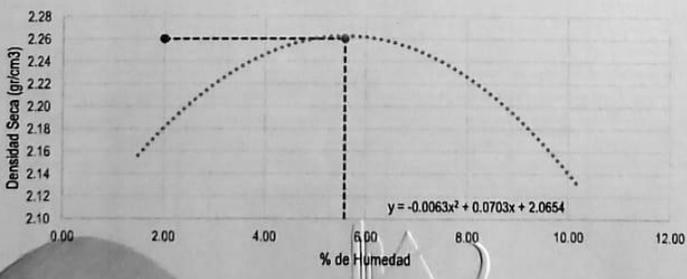
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°01	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
PESO DEL TARRO (grs)	92.40	106.60	54.60	139.70	68.80
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	403.00	581.60	550.70	533.80	496.00
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	397.80	575.60	531.50	516.50	466.90
PESO DEL AGUA (grs)	5.20	6.00	19.20	17.30	29.10
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	305.4	469.0	476.9	376.8	398.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	1.70	1.28	4.03	4.59	7.31
% PROMEDIO	1.49	4.31	7.20	10.21	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	1.49	4.31	7.20	10.21
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7483.00	7796.00	7963.00	7805.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2830.00	2830.00	2830.00	2830.00
PESO DEL SUELO (grs)	4653.00	4966.00	5133.00	4975.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.19	2.34	2.42	2.34
Densidad Seca (gr/cc)	2.16	2.24	2.26	2.13

COMPACTACION



% Humedad optima: 5.58
Densidad Maxima Seca (kg/cm3): 2.26

[Handwritten Signature]
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA



RUC: N° 20600034007
 REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.)
 (ASTM - D 1883)

Pag. 06 de 07 Solicitud N° S-133-2020
Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"
Solicita : Amos Macedo Robert Omar **Fecha** : 20/05/2020
Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash. **Muestreado por** : M.E.C
Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : --- **Progresiva** : 0+000.00 **Material** : SM
Calicata : C-01 **Muestra** : M-01 **Profundidad** : 1.20

COMPACTACION

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	11732	11849	12045
Peso del molde (gramos)	6995	7030.8	7030.8
Peso del suelo húmedo (grs.)	4737	4818.2	5014.2
Volumen del molde (cc)	2178	2090.9	2090.9
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.17	2.30	2.40
Densidad seca (grs./cm3)	2.05	2.17	2.26
Tarro N°	1	2	3
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	476.20	407.90	426.60
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	453.70	390.70	409.70
Peso del agua (grs.)	22.50	17.20	16.90
Peso del tarro (grs.)	92.40	108.70	133.60
Peso del suelo seco (grs.)	361.30	282.00	276.10
% de humedad	6.23	6.10	6.12

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN	
		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN Mm.	EXPANSIÓN %	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN Mm.	EXPANSIÓN %	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN Mm.
00.00.00		0.032	0.000	0.000	0.027	0.000	0.000	0.021	0.000
24.00.00		0.042	0.010	0.219	0.034	0.007	0.153	0.027	0.006
48.00.00		0.051	0.019	0.416	0.042	0.015	0.328	0.032	0.011
72.00.00		0.061	0.029	0.635	0.049	0.022	0.482	0.038	0.017
96.00.00		0.070	0.038	0.832	0.057	0.030	0.657	0.043	0.022

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	65	165	55	71	179	60	77	195	65
0.050	121	304	101	132	330	110	143	359	120
0.075	164	411	137	179	447	149	194	486	162
0.100	204	510	170	222	554	185	242	602	201
0.150	273	681	227	297	740	247	323	804	268
0.200	322	800	267	350	869	290	380	945	315
0.250	356	885	295	387	962	321	421	1045	348
0.300	393	975	325	427	1060	353	464	1152	384
0.400	434	1078	359	472	1171	390	513	1273	424
0.50	457	1134	378	497	1233	411	540	1340	447



INGENIERO CIVIL N° 11.953
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA



RUC: N° 20600634007
 REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

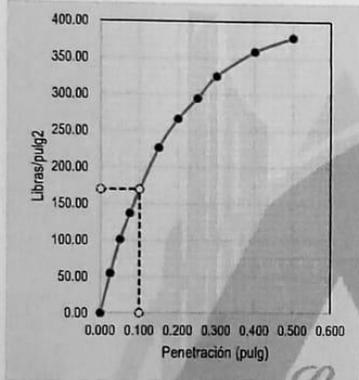
ENSAYO (C.B.R.)
 (ASTM - D 1883)

Pag. 07 de 07 Solicitud N° S-133-2020
Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"
Solicita : Ames Macedo Robert Omar **Fecha** : 20/05/2020
Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash. **Muestreado por** : M.E.C
Tecnico : M.E.C

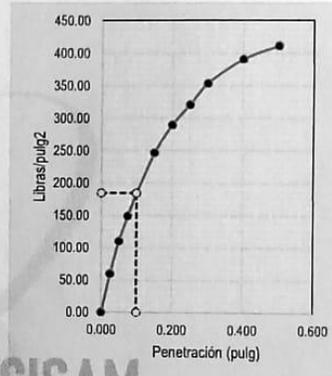
DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : — **Progresiva** : 0+000.00
Calicata : C-01 **Muestra** : M-01 **Material** : SM
Profundidad : 1.20

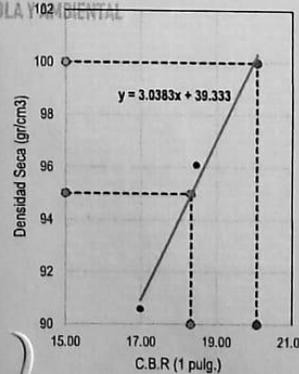
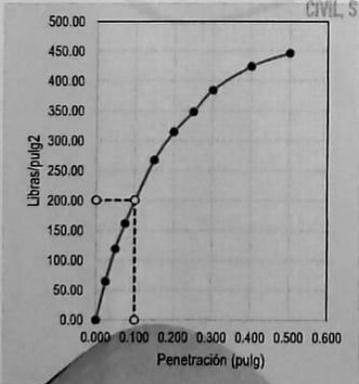
12 Golpes-C.B.R. 1":16.99%-&=2.05gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1":18.46%-&=2.17gr/cm3



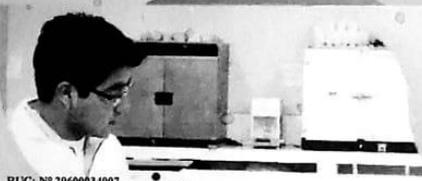
56 Golpes-C.B.R. 1":20.07%-&=2.26gr/cm3



[Handwritten Signature]
 INGENIERO CIVIL
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA

GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	6.23	2.05	0.43	91	16.99		95%	100%
25	6.10	2.17	0.66	96	18.46		18.32%	20.07%
56	6.12	2.26	0.48	100	20.07			

CALICATA N° 02



RUC: N° 20699834007
 REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

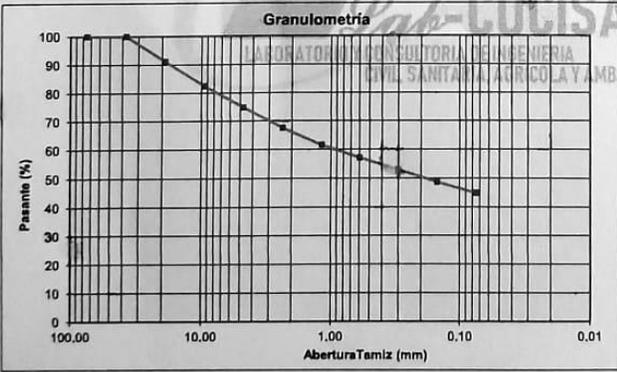
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (NTP 339.128-1999)

Pag.01 de 07	Solicitud N°	S-133-2020
Proyecto	: "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"	
Solicita	: Ames Macedo Robert Omar	Fecha : 20/05/2020
Lugar	: Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz , Reg. Ancash.	Muestreado por : Consultor Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera :	---	Progresiva:	3+000.00
Calicata :	C-02	Muestra :	M-01
		Material :	SM
		Profundidad :	1.20

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Masa inicial seca(gr)	= 999.00	% que pasa N°200 =	44.94
Masa Lavada y Seca(gr)	= 550.00	Tamaño Max =	3"
Masa Retenido 3"(gr)	= 0.00		

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO		
	ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante	
BOLONES	3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00	
GRAVA	Gruesa	1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00	
		3/4"	88.00	8.81	8.81	91.19	
	Fina	3/8"	9.500	87.00	8.71	17.52	82.48
		# 4	4.750	76.00	7.61	25.13	74.87
ARENA	Gruesa	# 8	2.360	73.00	7.31	32.43	67.57
		# 16	1.180	60.00	6.01	38.44	61.56
	Media	# 30	0.600	44.00	4.40	42.84	57.16
		# 50	0.300	42.00	4.20	47.05	52.95
		# 100	0.150	42.00	4.20	51.25	48.75
		# 200	0.075	38.00	3.80	55.06	44.94
LIMOS Y ARCILLA	< 200	0.000	449.00	44.94	100.00	0.00	



DESCRIPCIÓN DE DATOS	
Limite Líquido, LL :	43.65
Limite Plástico, LP :	26.52
Ind. de plasticidad, IP :	17.13
Cont. Humedad (%) :	17.21
Clasificación SUCS :	Arena limosa con grava SM
Clasificación AASHTO :	A-7-6 Suelo arcilloso

% GRAVA	25.13	% Gruesa :	8.81	D60 (mm) =	0.97
		% Fina :	16.32	D30 (mm) =	0.05
% ARENA	29.93	% Gruesa :	7.31	D10 (mm) =	0.02
		% Media :	10.41	Coefficiente uniformidad (Cu) =	58.39
		% Fina :	12.21	Coefficiente compacidad (Cc) =	0.15
% LIMOS	44.94				

[Handwritten signature and stamp]
 ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA



RUC: N° 20600634007
 REGISTRO INDECOPIC CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
 (NTP 339.127-1998)

Pag. 02 de 07

Solicitud N° S-133-2020

Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"

Solicita : Amos Macedo Robert Omar
Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash.

Fecha : 20/05/2020
Muestreado por : Consultor
Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera :	---	Progresiva :	3+000.00	Material :	SM
Calicata :	C-02	Muestra :	M-01	Profundidad :	1.20

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	1106.10	747.70
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	963.20	648.00
Peso Contenedor	Mc	137.00	65.20
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	826.20	582.80
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	142.90	99.70
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	17.30	17.11

HUMEDAD PROMEDIO (%)	17.21
-----------------------------	--------------

Lab-COCISAM
 LABORATORIO Y CONSULTORIA DE INGENIERIA
 CIVIL, SANITARIA, AGRICOLA Y AMBIENTAL
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA





RUC: N° 20600034007
 REGISTRO INDECOP/CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
 (NTP 339.129-1999)

Pag.03 de 07 Solicitud N° S-133-2020

Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"

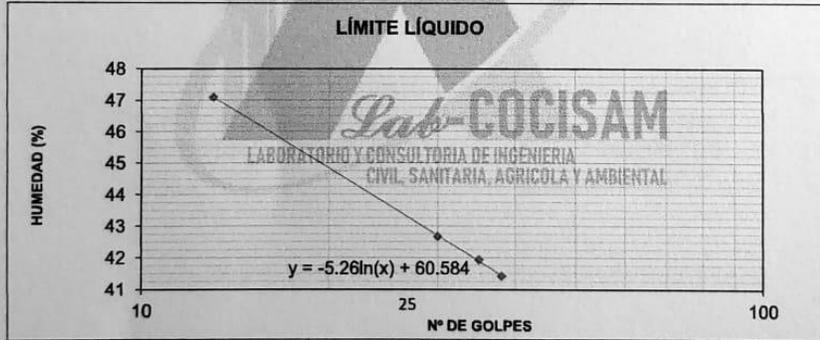
Solicita Lugar : Ames Macedo Robert Omar
 : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz , Reg. Ancash. **Fecha** : 20/05/2020

Muestreado por : Consultor
Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera : ---	Progresiva: 3+000.00	Material : SM	
Calicata : C-02	Muestra : M-01	Profundidad : 1.20	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	13	30	35	38
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	36.15	34.92	35.48	33.19
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	30.31	29.63	30.59	28.55
(3) Peso del Recipiente (gr)	17.91	17.23	18.93	17.35
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	5.84	5.29	4.89	4.64
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	12.40	12.40	11.66	11.20
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	47.10	42.66	41.94	41.43



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2
N° de frasco	1	2
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	31.27	28.28
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	28.64	25.95
(3) Peso del Recipiente (gr)	18.55	17.31
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	2.63	2.33
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	10.09	8.64
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	26.07	26.97

Límite Líquido (L.L.) = 43.65 | Límite Plástico (L.P.) = 26.52 | Índice Plasticidad (I.P.) = 17.13

ESPECIALISTA EN ANÁLISIS DE SUELOS
 M.E.C.



RUC: N° 20600034007
 REGISTRO INDECOPI/CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO
 (NTP 339.131-1998)

Pag.04 de 07	Solicitud N° S-133-2020
Proyecto	: "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"
Solicita	: Ames Macedo Robert Omar
Lugar	: Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash.
	Fecha : 20/05/2020
	Muestreado por : Consultor
	Tecnico : M.E.C

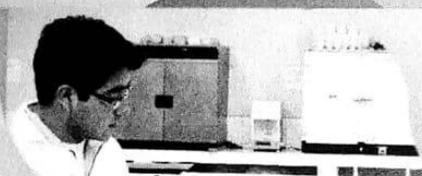
DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera :	---	Progresiva :	3+000.00
Calicata :	C-02	Muestra :	M-01
		Material	SM
		Profundidad	1.20

MUESTRA DE ENSAYO		M-01	M-02
Porcion de muestra de ensayo		Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado		Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua	gr (Ma)	658.79	657.99
Masa picnometro + agua + suelo	(Mb)	729.03	728.91
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	130.00	130.00
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	gr (Mo)	130.00	130.00
Peso Especifico Relativo de Solidos (Gs=Mo/(M0+(Ma-Mb))		2.18	2.20

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)	2.19
---	-------------

Lab-COCISAM
 LABORATORIO Y CONSULTORIA DE INGENIERIA
 CIVIL, SANITARIA, AGRICOLA Y AMBIENTAL
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA





RUC: N° 20600034007
 REGISTRO INDECOPI/CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

PROCTOR MODIFICADO
 (ASTM D 1557)

Pag.05 de 07

Solicitud N° S-133-2020

Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"

Solicita : Ames Macedo Robert Omar
Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz , Reg. Ancash.

Fecha : 20/05/2020
Muestreado por : M.E.C
Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : --- **Progresiva** : 3+000.00 **Material** : SM
Calicata : C-02 **Muestra** : M-01 **Profundidad** : 1.20

N° GOLPES/CAPA : = 25.00 **DIMENSIONES DEL MOLDE**
N° CAPAS : = 5.00 **Altura** : 11.60 cm **Volumen** : 2124 cm3
Peso Martillo : = 4.54 **Diametro** : 10.10 cm
Peso Molde : 2820.0 kg

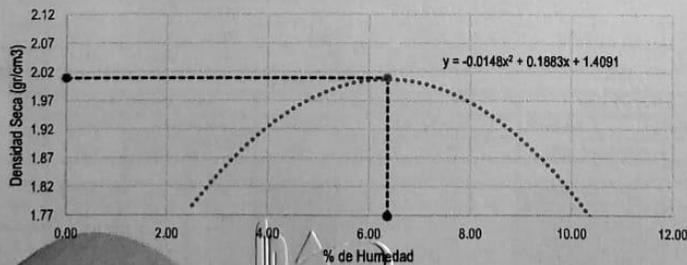
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°01	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05					
PESO DEL TARRO (grs)	50.34	53.28	51.24	51.26	50.65	50.45	50.72	52.54	50.42	50.85
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	350.29	345.84	376.23	387.98	389.67	487.23	465.28	412.87	412.65	417.34
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	343.56	338.12	362.56	374.86	368.43	461.32	432.56	384.66	379.34	382.13
PESO DEL AGUA (grs)	6.73	7.72	13.67	13.12	21.24	25.91	32.72	28.21	33.31	35.21
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	293.2	284.8	311.3	323.6	317.8	410.9	381.8	332.1	328.9	331.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	2.30	2.71	4.39	4.05	6.68	6.31	8.57	8.49	10.13	10.63
% PROMEDIO	2.50	4.22	6.50	8.53	10.38					

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	2.50	4.22	6.50	8.53	10.38
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6697.00	7100.00	7500.00	7100.00	7037.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2820.00	2820.00	2820.00	2820.00	2820.00
PESO DEL SUELO (grs)	3877.00	4280.00	4680.00	4280.00	4217.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.83	2.02	2.20	2.02	1.99
Densidad Seca (gr/cc)	1.78	1.93	2.07	1.86	1.80

COMPACTACION



%Humedad óptima: 6.36
Densidad Máxima Seca (kg/crt3): 2.01

ALDO VILLALBA
 INGENIERO CIVIL N° 1703459
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA



RUC: N° 20600834007
 REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.)
 (ASTM - D 1883)

Pag. 06 de 07 Solicitud N° S-133-2020
Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"

Solicita : Ames Macedo Robert Omar **Fecha** : 20/05/2020
Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash. **Muestreado por** : M.E.C
Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : --- **Progresiva** : 3+000.00 **Material** : SM
Calicata : C-02 **Muestra** : M-01 **Profundidad** : 1.20

COMPACTACION

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	11750	12300	12480
Peso del molde (gramos)	8600	8010	8005
Peso del suelo húmedo (grs.)	3150	4290	4475
Volumen del molde (cc)	2160	2095	2090.9
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.46	2.05	2.14
Densidad seca (grs./cm3)	1.38	1.92	2.01
Tarro N°	1	2	3
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	475.96	410.56	426.58
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	456.32	391.56	408.99
Peso del agua (grs.)	19.64	19.00	17.59
Peso del tarro (grs.)	92.40	108.70	133.60
Peso del suelo seco (grs.)	363.92	282.86	275.39
% de humedad	5.40	6.72	6.39

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.
00.00.00		0.033	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.022	0.000
24.00.00		0.043	0.010	0.219	0.033	0.005	0.109	0.028	0.006
48.00.00		0.050	0.017	0.372	0.043	0.015	0.328	0.034	0.012
72.00.00		0.060	0.027	0.591	0.052	0.024	0.526	0.040	0.018
96.00.00		0.069	0.036	0.788	0.058	0.030	0.657	0.044	0.022

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		Libras./pulg ²	DIAL		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	65	165	55	71	179	60	77	195	65
0.050	121	304	101	132	330	110	143	359	120
0.075	164	411	137	179	447	149	194	486	162
0.100	221	550	183	237	590	197	301	748	249
0.150	273	681	227	297	740	247	323	804	268
0.200	322	800	267	350	869	290	380	945	315
0.250	356	885	295	387	962	321	421	1045	348
0.300	393	975	325	427	1080	353	464	1152	384
0.400	434	1078	359	472	1171	390	513	1273	424
0.50	457	1134	378	497	1233	411	540	1340	447





RUC: N° 20600034007
 REGISTRO INDECOPI/CERTIFICADO N°S00116190
 RESOLUCIÓN 13892-2019

ENSAYO (C.B.R.)
 (ASTM - D 1883)

Pag.07 de 07

Solicitud N° S-133-2020

Proyecto : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO CON GEOMALLA EN EL CENTRO POBLADO DE HUANCHAC, HUARAZ, ANCASH-2019"

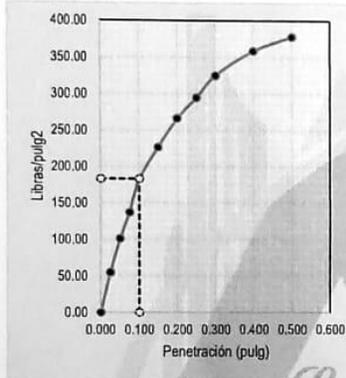
Solicita : Ames Macedo Robert Omar
 Lugar : Huanchac, Dist. de Independencia, Prov. Huaraz, Reg. Ancash.

Fecha : 20/05/2020
 Muestreado por : M.E.C
 Tecnico : M.E.C

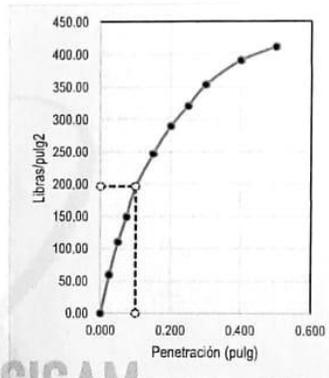
DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : --- Progresiva: 3+000.00 Material : SM
 Calcata : C-02 Muestra : M-01 Profundidad : 1.20

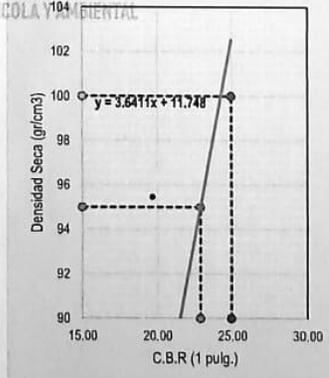
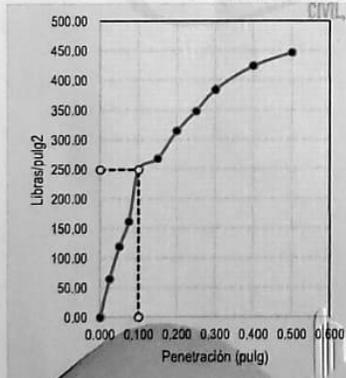
12 Golpes-C.B.R. 1":18.33%-&=1.38gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1":19.67%-&=1.92gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":24.93%-&=2.01gr/cm3



GOLPES	W, %	& gr/cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	5.40	1.38	1.11	69	18.33		95%	100%
25	6.72	1.92	0.66	95	19.67			
56	8.38	2.01	0.48	100	24.93		22.86%	24.93%

[Handwritten signature]
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA

CONTEO DE TRÁFICO VIAL

Tabla N° 2: Granulometría de los Áridos empleados en la carpeta asfáltica.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50,8mm)	100	-----	-----
1 1/2" (38.1mm)	90 - 100	100	-----
1" (25.4mm)		90 - 100	100
3/4" (19.0mm)	56 - 80		90 - 100
1/2" (12.5mm)	-----	56 - 80	
3/8" (9.5mm)	-----		56 - 80
N°4" (4.75mm)	23 - 53	29 - 59	35 - 65
N°8" (2.36mm)	15 - 41	19 - 45	23 - 49
N°50" (0.30mm)	4 - 16	5 - 17	5 - 19
N°200" (0.075mm)	0 - 6	1 - 7	2 - 8

Fuente: Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos.

Tabla N° 3: Mínimo Porcentaje de vacíos de agregado mineral (VMA).

Máximo tamaño de partícula nominal	Porcentaje mínimo (VMA)			
	Porcentaje diseño vacíos de aire			
mm	in	3.0	4.0	5.0
1.18	N° 16	21.5	22.5	23.5
2.36	N° 8	19.0	20.0	21.0
4.75	N° 6	16.0	17.0	18.0
9.5	3/8	14.0	15.0	16.0
12.5	1/2	13.0	14.0	15.0
19	3/4	12.0	13.0	14.0
25	1.0	11.0	12.0	13.0
37.5	1.5	10.0	11.0	12.0

Fuente: Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos.

Tabla N° 4: Número de calicatas para exploración de suelos.

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, Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla N° 5: Número de ensayos Mr y CBR.

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, Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla N° 6: Estudio de tráfico Lunes (10/02/2020).



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - LUNES
ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA	lunes, 10 de Febrero de 2020	
TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE HUANCHAC	
SENTIDO	HUANCHAC-HUARAZ	HUARAZ-HUANCHAC
UBICACION	HUARAZ - ANCASH	

ESTACION	HUANCHAC	
COD. DE ESTACION	HUANCHAC	
FECHA DE CONTEO	10	2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							
00 - 01	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.40%	
01 - 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%	
02 - 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%	
03 - 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%	
04 - 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%	
05 - 06	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.60%	
06 - 07	2	2	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6.40%	
07 - 08	2	1	2	-	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7.20%	
08 - 09	2	2	1	1	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7.20%	
09 - 10	2	1	2	1	12	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	8.40%	
10 - 11	3	2	1	-	12	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	8.40%	
11 - 12	1	1	2	-	12	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8.00%	
12 - 13	2	2	1	-	12	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	7.60%	
13 - 14	-	2	1	-	12	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	6.80%	
14 - 15	2	2	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	6.80%	
15 - 16	1	-	1	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6.40%	
16 - 17	2	2	2	-	12	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8.00%	
17 - 18	2	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.20%	
18 - 19	1	1	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.80%	
19 - 20	-	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.80%	
20 - 21	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.40%	
21 - 22	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.20%	
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%	
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.40%	
TOTAL	26	18	18	2	166	0	0	0	11	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	250	100%	
%	10.40%	7.20%	7.20%	0.80%	66.40%	0.00%	0.00%	0.00%	4.40%	3.20%	0.00%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%		

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 7: Estudio de tráfico Martes (11/02/2020).



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - MARTES
ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA	martes, 11 de Febrero de 2020		
TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE HUANCHAC		
SENTIDO	HUANCHAC-HUARAZ	O ←	HUARAZ-HUANCHAC E →
UBICACION	HUARAZ - ANCASH		

ESTACION	HUANCHAC	
COD. DE ESTACION	HUANCHAC	
FECHA DE CONTEO	11	2 2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
00 - 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
01 - 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
02 - 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
03 - 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
04 - 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
05 - 06	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1%
06 - 07	1	-	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6%
07 - 08	2	2	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7%
08 - 09	3	1	2	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
09 - 10	2	3	2	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	9%
10 - 11	2	2	1	-	12	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7%
11 - 12	2	2	2	-	12	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9%
12 - 13	3	-	2	-	12	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
13 - 14	1	2	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
14 - 15	2	1	2	-	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7%
15 - 16	1	2	1	-	12	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7%
16 - 17	2	1	-	-	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
17 - 18	2	-	2	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6%
18 - 19	1	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5%
19 - 20	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2%
20 - 21	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2%
21 - 22	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0%
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
TOTAL	25	18	19	0	164	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	100%
%	10.33%	7.44%	7.85%	0.00%	67.77%	0.00%	0.00%	0.00%	4.13%	2.48%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 8: Estudio de tráfico Miércoles (12/02/2020).



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - MIERCOLES
ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA	miércoles, 12 de Febrero de 2020		
TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE HUANCHAC		
SENTIDO	HUANCHAC-HUARAZ	O ←	HUARAZ-HUANCHAC E →
UBICACION	HUARAZ - ANCASH		

ESTACION	HUANCHAC		
COD. DE ESTACION	HUANCHAC		
FECHA DE CONTEO	12	2	2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							
00 - 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
01 - 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
02 - 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
03 - 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
04 - 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
05 - 06	1	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3%
06 - 07	-	-	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5%
07 - 08	1	-	2	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%
08 - 09	2	2	2	-	12	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
09 - 10	2	-	1	-	12	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
10 - 11	1	2	1	1	12	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	9%
11 - 12	3	1	2	-	12	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	9%
12 - 13	1	1	3	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8%
13 - 14	4	2	2	-	12	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9%
14 - 15	2	2	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7%
15 - 16	1	-	-	-	12	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6%
16 - 17	-	2	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
17 - 18	2	1	-	-	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
18 - 19	1	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4%
19 - 20	1	2	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3%
20 - 21	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2%
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
TOTAL	22	17	19	1	167	0	0	0	10	9	0	245	100%										
%	8.98%	6.94%	7.76%	0.41%	68.16%	0.00%	0.00%	0.00%	4.08%	3.67%	0.00%	100.00%											

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 9: Estudio de tráfico Jueves (13/02/2020).



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - JUEVES
ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA	jueves, 13 de Febrero de 2020		
TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE HUANCHAC		
SENTIDO	HUANCHAC-HUARAZ	O ←	HUARAZ-HUANCHAC
UBICACIÓN	HUARAZ - ANCASH		

ESTACION	HUANCHAC		
COD. DE ESTACION	HUANCHAC		
FECHA DE CONTEO	13	2	2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							
00 - 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
01 - 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
02 - 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
03 - 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
04 - 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
05 - 06	1	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2%
06 - 07	2	1	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%
07 - 08	1	2	1	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7%
08 - 09	2	2	2	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
09 - 10	4	1	2	1	12	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9%
10 - 11	1	2	2	-	12	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
11 - 12	2	2	-	-	12	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8%
12 - 13	2	2	1	-	12	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
13 - 14	2	1	2	-	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7%
14 - 15	2	1	2	-	12	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
15 - 16	2	2	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6%
16 - 17	-	1	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6%
17 - 18	1	1	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6%
18 - 19	1	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4%
19 - 20	2	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3%
20 - 21	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2%
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
TOTAL	25	21	16	1	165	0	0	0	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247	100%
%	10%	9%	6%	0%	67%	0%	0%	0%	4%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 10: Estudio de tráfico Viernes (14/02/2020).



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - VIERNES
ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA	viernes, 14 de Febrero de 2020	
TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE HUANCHAC	
SENTIDO	HUANCHAC-HUARAZ	HUARAZ-HUANCHAC
UBICACIÓN	HUARAZ - ANCASH	

ESTACION	HUANCHAC		
COD. DE ESTACION	HUANCHAC		
FECHA DE CONTEO	14	2	2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							
00 - 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%	
01 - 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%	
02 - 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%	
03 - 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1%	
04 - 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%	
05 - 06	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2%	
06 - 07	2	1	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%	
07 - 08	1	1	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%	
08 - 09	2	2	2	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%	
09 - 10	1	2	2	-	12	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%	
10 - 11	2	-	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%	
11 - 12	1	1	-	-	12	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%	
12 - 13	2	2	1	-	12	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%	
13 - 14	1	2	2	-	12	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8%	
14 - 15	3	1	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%	
15 - 16	2	-	1	-	12	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%	
16 - 17	1	1	-	-	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6%	
17 - 18	2	2	-	-	12	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%	
18 - 19	1	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	5%	
19 - 20	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2%	
20 - 21	-	2	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3%	
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%	
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%	
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%	
TOTAL	21	17	15	0	168	0	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	240	100%
%	9%	7%	6%	0%	70%	0%	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	100%	

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 11: Estudio de tráfico Sábado (15/02/2020).



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - SÁBADO
ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA	sábado, 15 de Febrero de 2020		
TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE HUANCHAC		
SENTIDO	HUANCHAC-HUARAZ	O ←	HUARAZ-HUANCHAC E →
UBICACION	HUARAZ - ANCASH		

ESTACION	HUANCHAC	
COD. DE ESTACION	HUANCHAC	
FECHA DE CONTEO	15	2 2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
00 - 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
01 - 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
02 - 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
03 - 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
04 - 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
05 - 06	1	1	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2%
06 - 07	2	2	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%
07 - 08	3	1	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7%
08 - 09	2	2	1	-	12	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	7%
09 - 10	4	2	2	1	12	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	10%
10 - 11	2	1	2	-	12	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	7%
11 - 12	2	2	2	-	12	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9%
12 - 13	1	1	1	-	12	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%
13 - 14	2	2	2	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
14 - 15	2	2	2	-	12	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8%
15 - 16	1	1	-	-	12	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6%
16 - 17	1	1	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6%
17 - 18	1	1	-	-	12	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6%
18 - 19	2	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5%
19 - 20	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2%
20 - 21	1	1	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3%
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
TOTAL	27	20	17		168	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255	100%
%	11%	8%	7%		66%	0%	0%	0%	4%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 12: Estudio de tráfico Domingo (16/02/2020).



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - DOMINGO
ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA	domingo, 16 de Febrero de 2020	
TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE HUANCHAC	
SENTIDO	HUANCHAC-HUARAZ	HUARAZ-HUANCHAC
UBICACIÓN	HUARAZ - ANCASH	

ESTACION	HUANCHAC
COD. DE ESTACION	HUANCHAC
FECHA DE CONTEO	16 / 2 / 2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							
00 - 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
01 - 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
02 - 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
03 - 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
04 - 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
05 - 06	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2%
06 - 07	2	2	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
07 - 08	1	1	1	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%
08 - 09	2	2	2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	8%
09 - 10	2	1	1	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	8%
10 - 11	1	-	1	-	12	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
11 - 12	2	-	-	-	12	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
12 - 13	1	-	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6%
13 - 14	1	1	2	-	12	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8%
14 - 15	-	1	1	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
15 - 16	2	2	0	-	12	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7%
16 - 17	1	-	2	-	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7%
17 - 18	2	-	0	-	12	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	7%
18 - 19	1	2	1	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6%
19 - 20	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1%
20 - 21	1	2	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3%
21 - 22	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0%
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
TOTAL	20	14	15	0	162	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	100%
%	9%	6%	7%	0%	71%	0%	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 13: Resumen Semanal de Estudio de Tráfico.

RESUMEN SEMANAL



FORMATO RESUMEN SEMANAL

ESTUDIO DE TRÁFICO

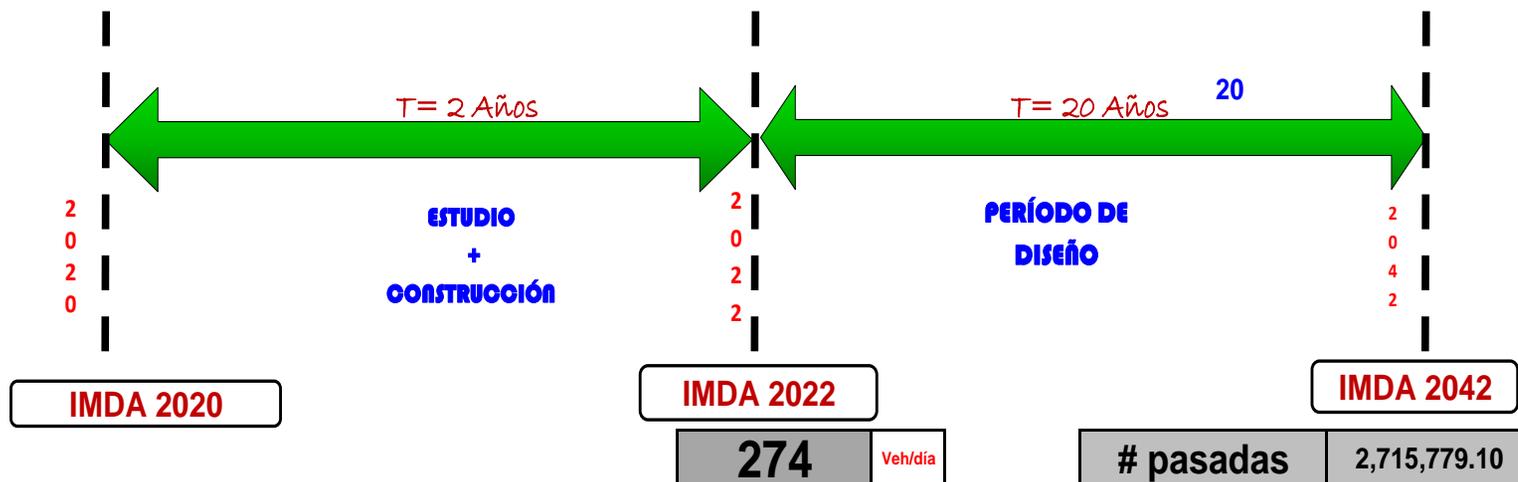
FECHA	domingo, 16 de Febrero de 2020		
TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE HUANCHAC		
SENTIDO	HUANCHAC-HUARAZ	O ←	HUARAZ-HUANCHAC
UBICACION	HUARAZ - ANCASH		

ESTACION	HUANCHAC		
COD. DE ESTACION	HUANCHAC		
FECHA DE CONTEO	16	2	2020

DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	Veh/día	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIA																							
LUNES	26	18	18	2	166	0	0	0	11	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	Veh/día
MARTES	25	18	19	0	164	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	Veh/día
MIERCOLES	22	17	19	1	167	0	0	0	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	Veh/día
JUEVES	25	21	16	1	165	0	0	0	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247	Veh/día
VIERNES	21	17	15	0	168	0	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	240	Veh/día
SABADO	27	20	17	0	168	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	254	Veh/día
DOMINGO	20	14	15	0	162	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	Veh/día
PROMEDIO TOTAL	24	18	17	1	166	0	0	0	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244	Veh/día

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 14: Cálculo de estudio de tráfico.



RESUMEN DE CONTEO DE TRÁFICO SEMANAL
ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA		domingo, 16 de Febrero de 2020																						
TRAMO DE LA CARRETERA		CENTRO POBLADO DE HUANCHAC																						
SENTIDO		HUANCHAC-HUARAZ		O ←	HUARAZ-HUANCHAC	E →																		
UBICACIÓN		HUARAZ - ANCASH																						
ESTACIÓN		HUANCHAC																						
COD. DE ESTACIÓN		HUANCHAC																						
FECHA DE CONTEO		16	2	2020																				
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMONETAS			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL				
DIAGRA. VEH.																								
IMDS	24	18	17	1	166	0	0	0	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244	Veh/día
Fe %	1.0589	1.0589	1.0589	1.0589	1.0589	-	-	-	1.0807	1.0807	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
IMDA 2020	25.11	18.91	18.00	0.61	175.47	0.00	0.00	0.00	11.12	8.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	258	Veh/día	
r= 3.1%	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	-	-	-	3.1	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
n= 2 años	2	2	2	2	2	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
IMDA 2022	26.69	20.10	19.13	0.64	186.52	0.00	0.00	0.00	11.82	9.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	274	Veh/día	

Fuente: Plantilla de Conteo de Tráfico – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla N° 15: Tasa de Crecimiento PBI – Áncash.

ACTIVIDADES	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	3.3	3.3	3.2	3.6	3.7	3.5	3.4	3.9	3.8	3.5	3.3
Pesca y Acuicultura	3.3	3.1	3.2	1.8	2.8	1.5	2.3	0.7	1.1	1.5	1.2
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	55.0	54.2	52.9	50.1	47.2	51.2	49.6	43.8	47.3	47.4	49.0
Manufactura	9.2	9.1	8.2	7.9	9.6	8.4	9.1	8.5	8.3	8.6	8.1
Electricidad, Gas y Agua	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	1.8	1.7	2.1	2.1	2.3	2.2
Construcción	4.3	5.5	6.0	7.4	6.6	5.8	5.8	7.0	5.1	4.5	4.6
Comercio	4.4	4.5	4.5	5.2	5.5	5.5	5.6	6.5	6.1	6.0	5.8
Transporte, Almacen., Correo y Mensajería	2.4	2.5	2.5	2.9	3.1	3.1	3.1	3.7	3.5	3.5	3.4
Alojamiento y Restaurantes	1.8	1.9	1.9	2.1	2.3	2.3	2.3	2.8	2.6	2.6	2.5
Telecom. y Otros Serv. de Información	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	2.4	2.4	2.6	2.7
Administración Pública y Defensa	2.6	2.6	3.2	3.6	3.7	3.7	3.8	4.7	4.6	4.6	4.6
Otros Servicios	10.7	10.3	11.2	11.9	11.9	11.5	11.4	13.8	13.0	12.9	12.6
TOTAL	100.0										

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

Tabla N° 16: Resumen crecimiento PBI – Áncash.

AÑO	ÁNCASH PBI: EN VALORES PORCENTUALES	PROMEDIO
2007	2.4	3.1
2008	2.5	
2009	2.5	
2010	2.9	
2011	3.1	
2012	3.1	
2013	3.1	
2014	3.7	
2015	3.5	
2016	3.5	
2017	3.4	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 17: 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
Ocros	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.

Tabla N° 18: 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.

Tabla N° 19: Resumen Parque Vehicular por Departamento.

AÑO	ÁNCASH PARQUE VEHICULAR
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° 20: Crecimiento Parque Vehicular Áncash.

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° 21: Resumen Factor de Crecimiento de Tráfico.

CRECIMIENTO POBLACIONAL	1.1%
PBI REGIONAL	3.1%
PARQUE VEHICULAR	5.2%
FACTOR DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO	3.1%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 22: Cálculo de Ejes Equivalentes.

		CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL) PAVIMENTO FLEXIBLE		
TIPO DE VEHÍCULOS	IMDA	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE 8.2 TN)	F.IMDA
AUTOS, CAMIONETAS Y COMBIS.	253	1	0.000527017	0.13
	253	1	0.000527017	0.13
B2	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
B3	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
C2	12	7	1.265366749	14.95
	12	10	2.211793566	26.13
C3	9	7	1.265366749	11.63
	9	16	1.260585019	11.58
C4	0	7	1.265366749	0.00
	0	21	1.057720453	0.00
T2S1	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
T2S2	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
T2S3	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	23	1.232418575	0.00
3S1	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
3S2	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
3S3	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
	0	23	1.232418575	0.00
2T2	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
2T3	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
3T2	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
3T3	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
Σ			f.IMDA	65

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 23: Factores de Distribución Direccional y de Carril.

Número de Calzadas	Número de Sentidos	Número de carriles por Sentido	Factor Direccional (fd)	Factor Carril (fc)	Factor Ponderado fd x fc para carril de diseño
1 Calzada (para IMDa total de la Calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
2 Calzadas con separador central. (para IMDa total de las dos Calzadas)	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentido	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentido	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras, Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla N° 24: ESAL de Diseño.

$$ESAL = (EF \cdot IMDA) \cdot 365 \cdot DD \cdot DL \cdot \left(\frac{(1+r)^n}{r} - 1 \right)$$

DÍAS DEL AÑO	365	r %	3.1
FACTOR DIRECCIONAL	0.50	n°	20
FACTOR CARRIL	1.00		
ESAL (EE)	319,856.78		EE
w18	319,856.78		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 25: Número Estructural.

		PERIODO DE DISEÑO (PAVIMENTO FLEXIBLE)	
COMPONENTES			
a.	ESAL W18	319,856.78	MANUAL DE CARRETRAS "Suelos, Geología, Geotecnia Y pavimentos".
b.	MÓDULO DE RESILENCIA (MR)	17,418.91	CUADRO 12.5
c.	CONFIABILIDAD (%R)	75%	CUADRO 12.6 (TP7)
d.	COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.674	CUADRO 12.8 (TP7)
e.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINA (So)	0.45	Recomendado por Manual
f1.	SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	3.80	CUADRO 12.10 (TP7)
f2.	SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	2.00	CUADRO 12.11 (TP7)
f3.	VARIACIÓN DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	1.80	CUADRO 12.12 (TP7)
g.	NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNR)	1.87	4.75

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 26: Análisis y comparación de espesores de capas de pavimento.

CAPA	Espesor pavimento flexible	Espesor pavimento con geomalla	Disminución de espesor (%)
Carpeta asfáltica	5 cm	5 cm	0
Capa Base	25 cm	20 cm	20 %
Capa Sub-base	30 cm	16.56 cm	44.8 %

Fuente: Elaboración Propia.

GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura N° 1: Superficie de Rodamiento (Carretera Huaraz – Huanchac).



Fuente: Google Maps 2019.

Figura N° 2: Tipos de Geomallas.



Fuente: Guía Geomallas TexDelta 2019.

Figura Nº 3: Propiedades de las Geomallas.



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

Especificación de Producto – Geomalla Biaxial BX1100

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)		

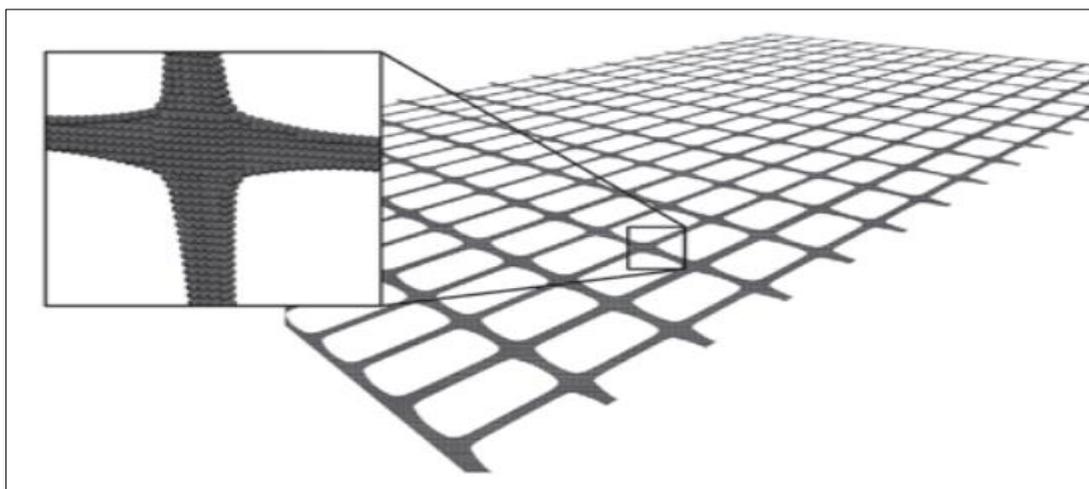
Propiedades del Producto	Units	MD Values ¹	XMD Values ¹
Propiedades Índices			
▪ Tamaño de Apertura ²	mm (in)	25 (1.0)	33 (1.3)
▪ Grosor mínimo de la costilla ²	mm (in)	0.76 (0.03)	0.76 (0.03)
▪ Capacidad a la Tensión @ 2% de esfuerzo ³	kN/m (lb/ft)	4.1 (280)	6.6 (450)
▪ Capacidad a la Tensión @ 5% de esfuerzo ³	kN/m (lb/ft)	8.5 (580)	13.4 (920)
▪ Capacidad Última a la Tensión ³	kN/m (lb/ft)	12.4 (850)	19.0 (1,300)
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	0.32	
Durabilidad			
▪ Resistencia al Daño durante Instalación ⁷	%SC / %SW / %GP	95 / 93 / 90	
▪ Resistencia a la Degradación a largo plazo ⁸	%	100	
▪ Resistencia a la Degradación por exposición UV ⁹	%	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).

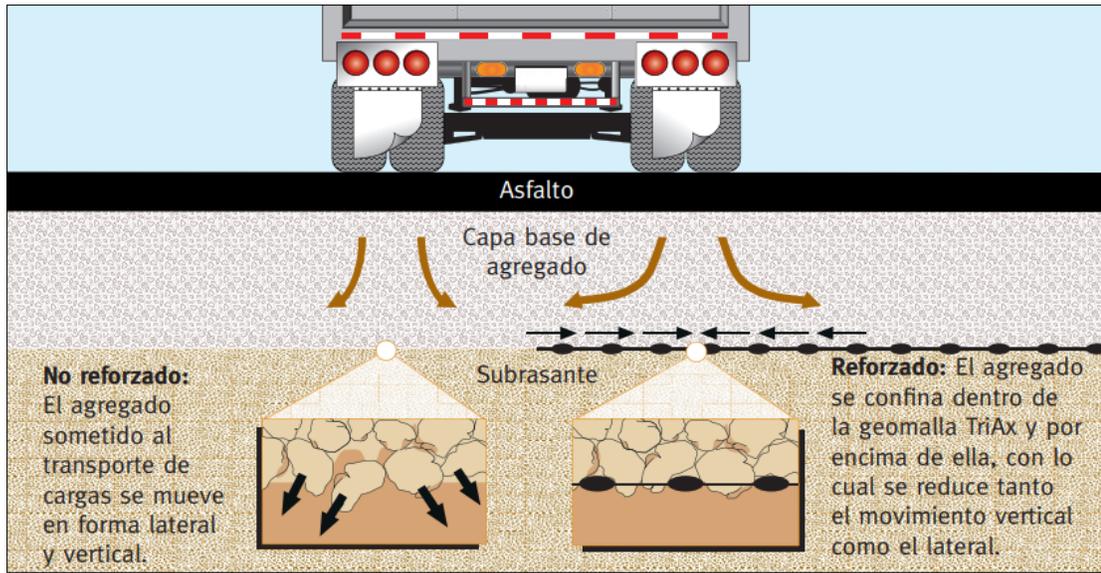
Fuente: Geomallas Tensar 2018.

Figura Nº 4: Geomallas Biaxiales.



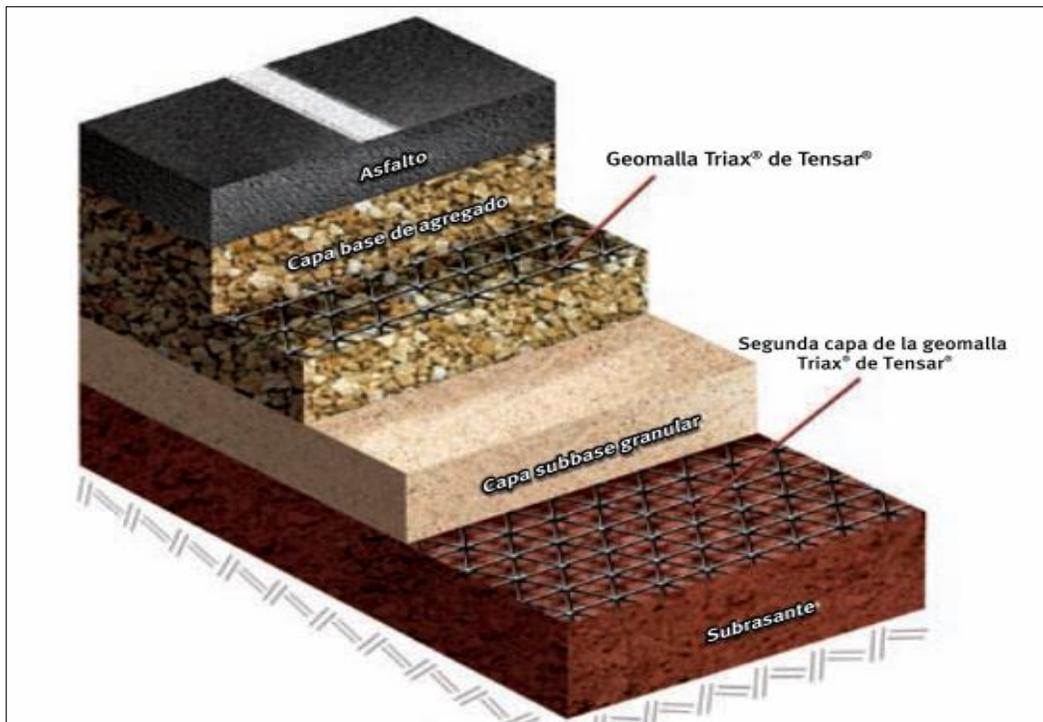
Fuente: Geomallas Biaxiales Tensar 2018.

Figura Nº 5: Capa Base de Agregado con Sistema Spectra Tensar .



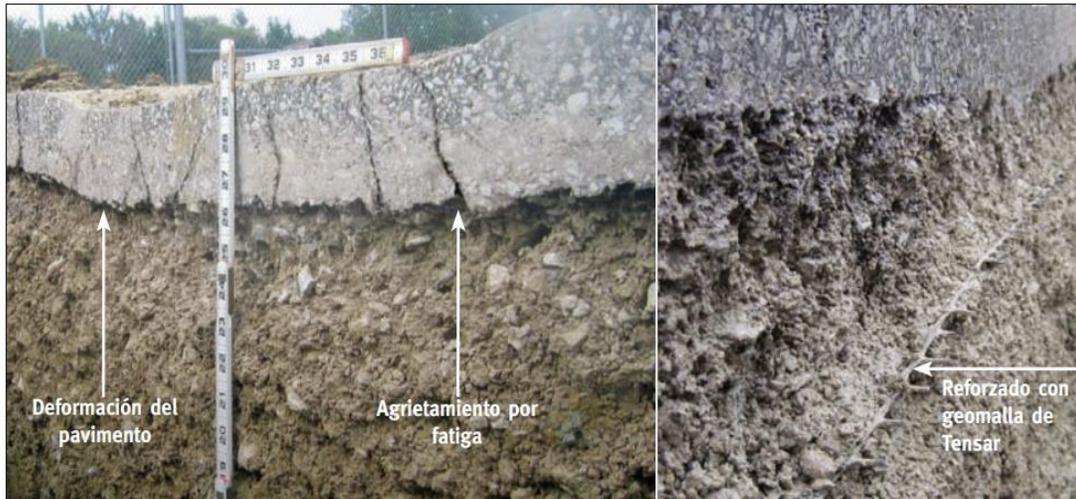
Fuente: Catálogo Sistema Spectra Tensar – 2018.

Figura Nº 6: Estructura de Pavimento con Sistema Spectra Tensar.



Fuente: Catálogo Sistema Spectra Tensar – 2018.

Figura Nº 7: Comparación de secciones sin reforzar y reforzada con geomalla.



Fuente: Catálogo Sistema Spectra Tensar – 2018.

Figura Nº 8: Número estructural según el software AASHTO 93.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
75 % $Z_r = -0.674$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 3.80 PSI final 2.00

Módulo resiliente de la subrasante
Mr 17418.91 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)
Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Coeficiente de drenaje - (Cd)

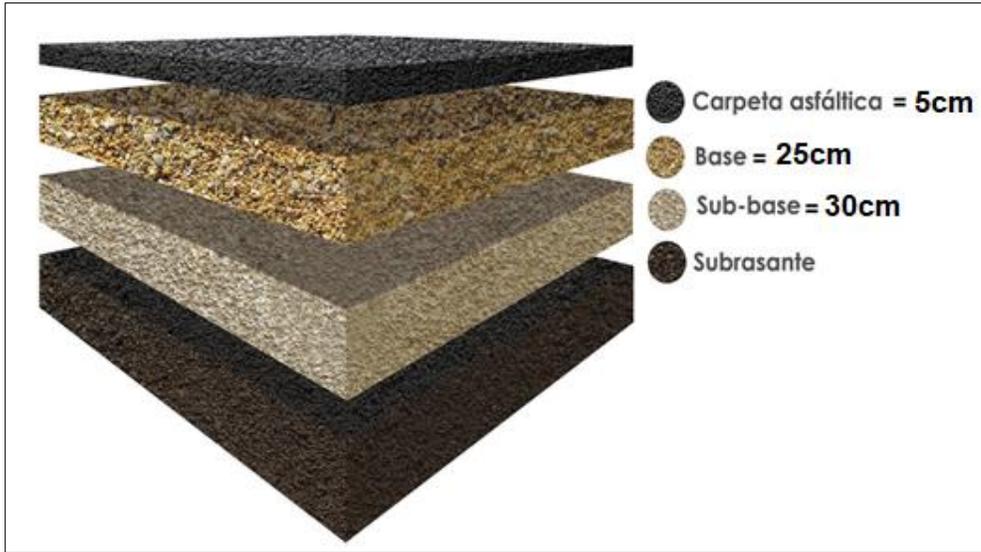
Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 319856.78**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 1.87

Calcular Salir

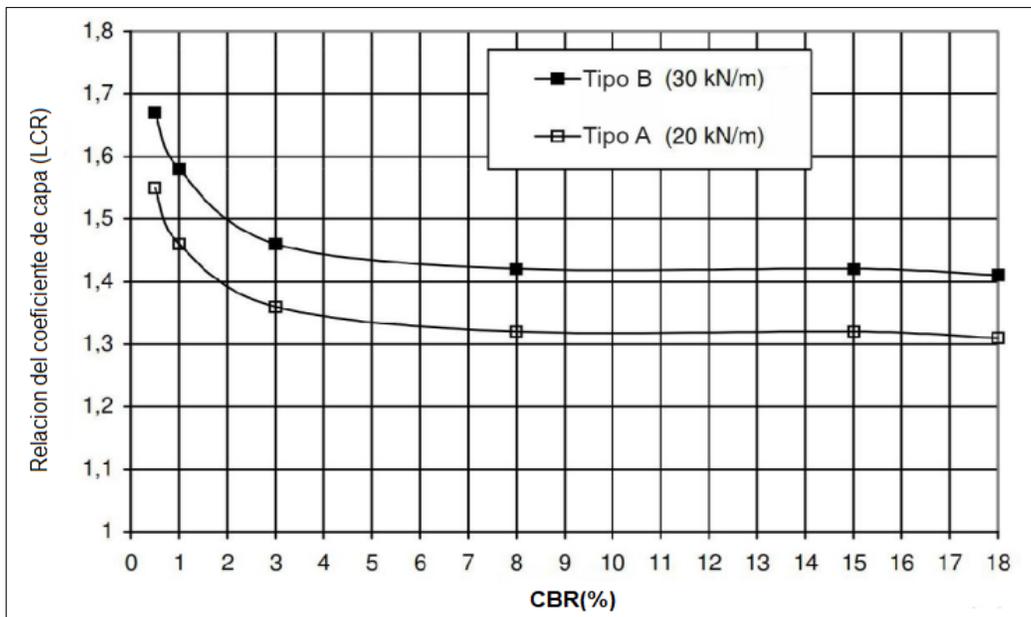
Fuente: Aplicación AASHTO 93.

Figura Nº 9: Espesores Calculados de Pavimento sin Reforzar.



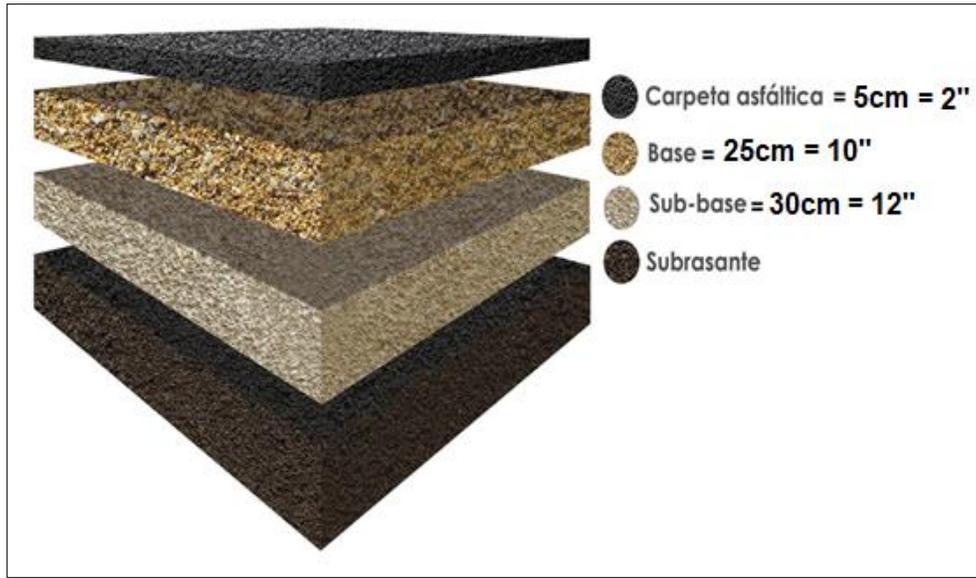
Fuente: Elaboración Propia.

Figura Nº 10: Relación de Coeficiente de Capa (LCR) y CBR.



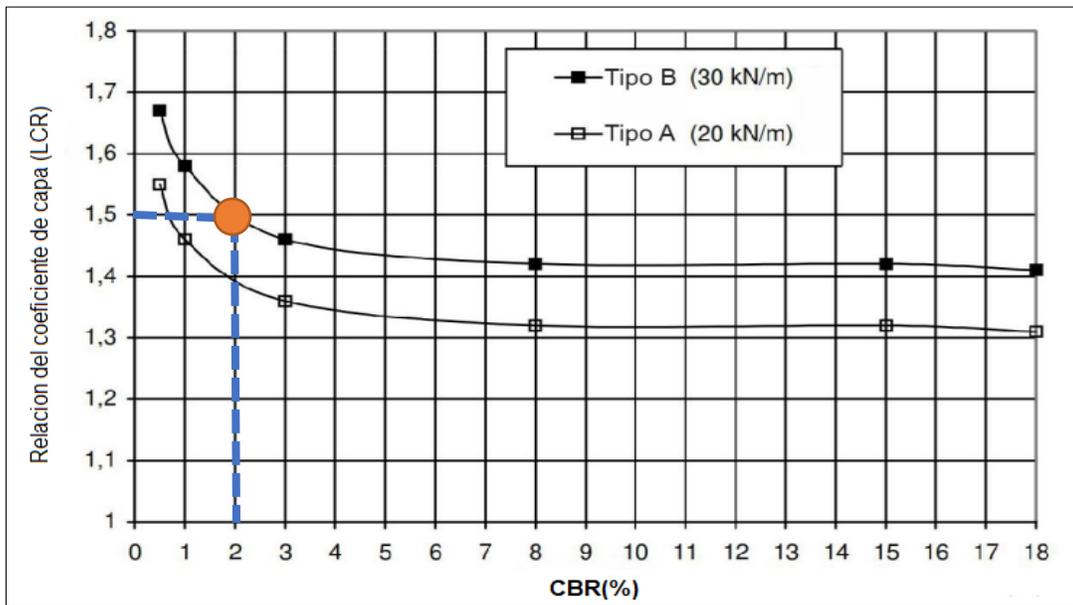
Fuente: Geomallas Tensar 2010.

Figura N° 11: Espesores Calculados del Pavimento en Pulgadas.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 12: Valor del Coeficiente de Capa LCR.



Fuente: Geomallas Tensar 2010.

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N° 13: Estado Actual del tramo en Estudio.



Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 14: Estado Actual del Tramo donde se realizó el Diseño.



Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 15: Calicata N° 01 - Ubicado al inicio del Tramo ± 0.000 .



Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 16: Calicata N° 02 - Ubicado al final del Tramo $+3.000$.



Fuente: Elaborado por los Investigadores.