



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la
transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Castro Quijano, Elvis Ever (ORCID 0000-0002-9568-9087)

ASESOR:

Mtro. Ing. Cornejo Saavedra, Gustavo (ORCID: 0000-0002-7673-5148)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

HUARAZ – PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente informe de investigación se lo dedico a Dios, quién con su legado y enseñanza ha delimitado mis atribuciones como su hijo y me motivó a mejorar como persona día con día, no dejándome solo en ningún momento de mi vida.

Para mi madre que impulsó en mi la creencia de siempre sobresalir y vencer todas las adversidades, aunque por más difíciles que estas parezcan; por brindarme su amor incondicional e inculcar en mí la empatía y el respeto hacia el prójimo.

A mi hija Alondra que me enseñó a conocer el amor más puro e inigualable que existe en el mundo, el amor de familia.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por inculcar en mí los valores primordiales que como persona todos debemos alcanzar

A mi madre, que nunca me dejó solo en esta aventura universitaria, por estar siempre pendiente de mí, significando un apoyo incondicional en mi vida

A mi hija Alondra por ser el motor que necesitaba para lograr todas mis metas en la vida y quien que además fue capaz de con una sonrisa, alegrar mi existencia.

Por último quiero agradecer a todas aquellas personas que en algún momento de la vida, formaron parte de la mía, dejando en mí un nuevo conocimiento y aprendizaje.

EL AUTOR

Índice de contenido

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	13
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
4.1. Descripción situacional de la zona de investigación	15
4.2. Estudio de tráfico	15
4.2.1. Descripción del estudio	15
4.2.2. Metodología	16
4.2.3. Determinación del IMD	16
4.2.4. Resultado del conteo vehicular	16
4.2.5. Obtención de los ejes equivalentes	17
4.3. Estudio de suelos	18

4.3.1. Alcance	18
4.3.2. Descripción del trabajo	18
4.3.3. Resumen de los ensayos de laboratorio	19
4.4. Diseño geométrico de la carretera	21
4.4.1. Clasificación de la carretera	21
4.4.2. Velocidad de diseño	21
4.5. Diseño de pavimento	22
4.5.1. Generalidades	22
4.5.2. Periodo de análisis	23
4.5.3. Resolución de los datos de campo	23
4.5.4. Determinación de los espesores de las capas	25
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES	31
REFERENCIAS	32
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro de conteo de tráfico	17
Tabla 2: Cálculo de ESAL	17
Tabla 3: Cuadro de resumen	18
Tabla 4: Ubicación y numeración de calicatas	19
Tabla 5: Resumen del tamizado C-01 y C-02	19
Tabla 6: Cuadro resumen de ensayos estándar de laboratorio	20
Tabla 7: Datos de C.B.R.	20
Tabla 8: Categorización de la sub rasante	20
Tabla 9: Velocidad de diseño	22
Tabla 10: Vida de diseño	23
Tabla 11: Factor de distribución de carril	23
Tabla 12: Confiabilidad de diseño	23
Tabla 13: Desviación estándar	24
Tabla 14: Índice de servicialidad	25

Índice de figuras

Figura 1: Vía Terracería	8
Figura 2: Vía Revestida	9
Figura 3: Vía pavimentada	9
Figura 4: Tipos de pavimento de hormigón	10

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal, diseñar los espesores de la carretera Huanchac – Huaraz, con la finalidad de contribuir a la mejora social de Huanchac como comunidad, ya que esto impactará de manera positiva a la calidad de vida de su población. La finalidad de esta investigación es el de proponer el diseño de un pavimento rígido; para lo cual, fue necesario un levantamiento topográfico, un estudio de mecánica de suelos y un estudio de tráfico, para finalmente realizar un óptimo diseño con la aplicación del método AASHTO 93. Esta vía de acceso es esencial para el desarrollo de Huanchac y sus comunidades aledañas; ya que, contribuirá a mejorar la salud de los pobladores, debido a la reducción de polvo en suspensión, contribuirá a mejorar los problemas de accesibilidad, así como la reducción de los costos de transporte, del mismo modo, inducirá a una mejora urbanística.

El presente estudio es de tipo aplicado y de diseño experimental, teniendo en cuenta una población comprendida en toda la red de Infraestructura vial sujeta a pavimentación en Las Lomas -Huanchac y una muestra de 2km. De la progresiva 0+000 – 2+000. En el desarrollo de todos los capítulos se diseñará el pavimento desde una perspectiva técnico - financiero, del mismo modo, se determinarán los datos obtenidos en los estudios realizados, como el estudio topográfico, estudio de tráfico y mecánica de suelos con sus respectivos ensayos de CBR, en los cuales se obtuvo un resultado de 22.11% y 22.53%. Los estudios se realizaron se basaron en manuales y normas vigentes.

Para concluir, se diseñó los espesores estructurales del pavimento mediante el método del AASHTO 93, por el cual se obtuvo una sub rasante de 20 cm, una base de 20cm y una losa de concreto de 20cm. Este diseño se realizó en proyección a lo estipulado por el manual de carreteras.

Palabras clave: infraestructura vial, pavimento rígido y CBR.

ABSTRACT

The main objective of this research is to design the thicknesses of the Huanchac – Huaraz highway, in order to contribute to the social improvement of Huanchac as a community, since this will positively impact the quality of life of its population. The purpose of this research is to propose the design of a rigid pavement; for which, it was necessary a topographic survey, a study of soil mechanics and a traffic study, to finally make an optimal design with the application of the AASHTO 93 method. This access road is essential for the development of Huanchac and its surrounding communities; since, it will contribute to improve the health of the inhabitants, due to the reduction of dust in suspension, it will contribute to improve accessibility problems, as well as the reduction of transport costs, in the same way, it will induce an urban improvement.

This study is of an applied type and experimental design, taking into account a population included in the entire road Infrastructure network subject to paving in Las Lomas-Huanchac and a sample of 2km. Of the progressive 0+000 – 2+000. In the development of all the chapters, the pavement will be designed from a technical - financial perspective, in the same way, the data obtained in the studies carried out will be determined, such as the topographic study, traffic study and soil mechanics with their respective CBR tests, in which a result of 22.11% and 22.53% was obtained. The studies were conducted on the basis of existing manuals and standards.

To conclude, the structural thickness of the pavement was designed using the AASHTO 93 method, by which a sub-level of 20 cm, a base of 20cm and a concrete slab of 20cm were obtained. This design was carried out in projection as stipulated by the road manual.

Keywords: road infrastructure, rigid pavement and CBR.

I. INTRODUCCIÓN

La metodología de este proyecto de investigación tuvo el modelo de problemática de infraestructura vial, dado que es importante la pavimentación en la totalidad del área urbana y agraria de la ciudad de Huaraz. Comúnmente se utiliza pavimento rígido en nuestra localidad y en esta zona geográfica en específico, puesto que nos encontramos en la región andina de nuestro país y esto se relaciona directamente con el clima que va de templado a frío, con aire muy seco y tiene una fase estacional muy marcada que es la época de lluvia, viendo esto desde una perspectiva ingenieril, estudios previos comprobados con análisis de laboratorio y datos propios de la experimentación señalan que el tipo de pavimento más adecuado para nuestra región, es el rígido, dicho esto es imperante remarcar la importancia de un adecuado diseño de pavimento, partiendo desde la utilización del tipo de pavimento a trabajar, con ello se garantiza que la carretera que une dichas comunidades sea de calidad y cumpla su función a cabalidad y sin contratiempos, es necesario el análisis y diseño de dicha carretera puesto que Huaraz es una provincia en crecimiento, con gran potencial agrícola y minero, estos dos últimos de gran relevancia para el crecimiento económico y social no solo de Huaraz, sino de todo el departamento, por otra parte Huanchac como comunidad es un punto abastecedor de productos agrícolas para las localidades cercanas y como tal requiere de una mejor red vial, que les permita disminuir tiempo de transporte y reducción de factores infecciosos para los pobladores, como lo es el polvo, puesto que gran parte de la población opta por ir caminando por una vía que actualmente es de trocha carrozable y esto les puede ocasionar problemas respiratorios.

Dada la relevancia de la utilización de un tipo de pavimento sobre otro y de un adecuado diseño de este fue preponderante la formulación de la siguiente pregunta: ¿Es posible realizar el Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac – Huaraz, 2021?

Por lo expuesto, es importante señalar que la presente investigación se justificó y se llevó a cabo porque es importante establecer los lineamientos que hace crecer a una comunidad como tal, todo esto expuesto desde un ámbito estructural y en este caso en particular a las necesidades sociales de la población de Huanchac y alrededores, por ello los resultados serán obtenidos mediante estudios técnicos que se basarán en la realidad estructural actual de la zona en mención, de esta manera se garantizan resultados reales. Me propongo entonces a investigar y a analizar el adecuado diseño de infraestructura vial óptima para las necesidades de la población que obedecen a un carácter ingenieril ya que es necesario para los habitantes de esa localidad, que hasta el momento y durante muchos años han vivido alrededor de una vía maltrecha, debido a esto se realizará la presente investigación para que los pobladores de dicha localidad vean en el diseño y quizás en el futuro pavimentado de su carretera una opción de mejora y progreso que se verá reflejado en varios aspectos como lo son principalmente: sociales, económicos y salubres.

Para llevar a cabo el diseño más adecuado para la carretera Las Lomas – Huanchac se partió de un análisis geográfico en el que influirán aspectos como de localización y climáticos, siendo estos importantes para la determinación del tipo de pavimento a diseñar, también es justo mencionar que es necesario un análisis visual del terreno para contemplar las características actuales de la vía y analizar medidas previas para la realización de los estudios, también se realizará un monitoreo de tráfico vehicular para obtener la cantidad de carga para la cual tendrá que ser diseñada la vía de pavimento rígido, posteriormente se llevará a cabo los estudios técnicos como topográfico y de suelo; todos los datos obtenidos in situ serán necesarios para la realización de un óptimo diseño de pavimento.

Para la presente investigación se planteará el siguiente Objetivo general: Determinar el diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac – Huaraz, 2021. Del mismo modo se planteará los siguientes Objetivos específicos: Diseñar el pavimento rígido más óptimo desde el punto de vista técnico - financiero. Determinar

los resultados de los estudios de campo, tales como: Topográfico, mecánica de suelos y tráfico. Determinar el CBR y ESAL de diseño. Determinar los espesores de las capas conformadas en el pavimento rígido.

Dado la temática del proyecto de investigación se puede plantear la siguiente Hipótesis: Mediante la utilización de pavimento rígido se puede diseñar una infraestructura vial para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac – Huaraz, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del presente trabajo investigador he de identificar trabajos previos tales como el de Ortiz (2018), en su tesis para optar el grado académico de ingeniero civil, el cual se titula “Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, de la región de Tumbes – 2018”, realizado en la Universidad César Vallejo, en donde obtuvo como objetivo principal el de Diseñar una vía con pavimento rígido transitable en el barrio del Señor de los Milagros; del mismo modo, se evaluó las características físicas del terreno para su posterior análisis y posible diseño. Concluyó que era viable la utilización de pavimento rígido en dicha localidad además realizó un diseño en el cual se determinaban los espesores y al cantidad de material a trabajar, además considerando estudios realizados en Tumbes y sus resultados obtenidos en los estudios a nivel topográfico se consiguieron los planos de topografía integral, de localización y ubicación, mediante software de diseño automatizado como lo es Autocad y Civil 3D ; luego de los datos obtenidos mediante la utilización de software de ingeniería se determinó que la superficie del terreno in situ de estudio es de forma ondulada, además se consideró la evaluación del suelo en el que se conllevaron los ensayos de tipo físico y mecánico para obtener la catalogación de los suelos y de resultante se obtuvo materia de tipo predominante del suelo analizado en tipo “SC” arenas de tipo arcillosas de textura sumamente firme y húmeda, “SP” arenas de calidad degradada, arenas con grava con muy pocos finos o incluso sin ellos y “SM” arenas de tipo limosas, limo mal graduada y arena ligeramente fina.

Por otro lado también se tiene el trabajo realizado por Rengifo (2018), en su trabajo para conseguir el grado de ingeniero civil, que lleva por título: “Diseño del pavimento de la nueva carretera panamericana norte en los kilómetros 188 a 189”, llevado a cabo en la Pontificia Universidad Católica del Perú, donde señaló como objetivo principal el de Diseñar los diferentes pavimentos viables para transitabilidad en la carretera panamericana norte en el tramo señalado, igualmente se llevaron a cabo estudios técnico, necesarios al poder determinar el pavimento más conveniente en términos estructurales como económicos, para lo que finalmente concluyó en que si bien todas las metodologías expuestas en su tesis son viables, los resultados difieren independientemente uno sobre otra debido a su naturaleza y enfoque estructural; dicho de otro modo, por ejemplo, en el caso de pavimento rígido se trabajó metodológicamente mediante lo señalado por el PCA, en la que se predomina el análisis por fatiga y el análisis por erosión, mientras que en lo propuesto por el AASHTO sólo toma en consideración la cantidad total de ejes equivalentes que circulan por la carretera y los niveles serviciales requeridos al inicio y a la posteridad de cada vida útil de pavimento. El espesor de capa de pavimento hallada en el primer método es menor que lo obtenido por el segundo. El diseño propuesto e incluidas los espesores de las capas se pueden obtener por el análisis más detallado de cada uno de los tipos de falla, expuesto de esa manera, mientras que con el método PCA se alcanzó un espesor de losa de 28cm para una base de 14cm, con la AASHTO se necesita de 31cm de losa de concreto para poder cubrir las mismas condiciones.

Del mismo modo se tiene otro trabajo realizado por Mayta (2019), en su trabajo, que lleva por título “Diseño estructural de pavimento rígido para mejoramiento de las vías de la UU. VV. Pochocota en la provincia de Andahuaylas”, realizado en Universidad Nacional Federico Villarreal, consideró al objetivo principal: Diseñar un pavimento rígido para mejorar los accesos de la UU.VV. Pochocota, para lo cual busca proponer una infraestructura con pavimento rígido para su posible construcción y de esta manera se mejoren las vías en mención, para ello analizó el módulo de

diseño del concreto para poder determinar el espesor de pavimento, de este modo concluyó en que existen dos metodologías para determinar el diseño de pavimento rígido, con todo lo que ello implica, el método AASHTO y el método PCA, estos dos son los métodos de diseño de espesores de pavimento más usados a nivel internacional por su alta tasa de asertividad estructural. Por lo señalado con anterioridad, en su proyecto decidió utilizar el método (PCA) para el diseño del pavimento rígido en la carretera de su localidad.

Por otra parte, a nivel internacional, tenemos trabajos realizados como el de Salinas (2015), en su tesis para obtener el título de ingeniero civil, titulado “Diseño y Construcción de pavimento rígido para Sta. teresa en la ciudad de Uruapan, Michoacán”, trabajo realizado en la UNAM(Universidad Nacional Autónoma de México), consideró como objetivo principal Diseñar, además de construir un pavimento rígido en la colonia Santa Teresa de Michoacán, ubicada en la zona oriente de la ciudad de Uruapan, de esta manera en dicha tesis busca realizar el diseño adecuado del pavimento rígido, para que éste cumpla las condiciones válidas para un adecuado funcionamiento que contemple las características de diseño según la norma AASHTO, para que de esta manera garantice una vida útil eficiente, comodidad y seguridad. Para lo cual concluyó en que de acuerdo al marco de la investigación realizada y partiendo de que el objetivo general que se pretendía era el de diseñar y construir un pavimento rígido para Santa Teresa, ubicada en la zona oriente de Uruapan, se consiguió que el objetivo se lograra mediante la indagación de fuentes de información teórica y práctica, necesarios para conocer el procedimiento de diseño y construcción del pavimento rígido, posteriormente obtener las muestras inalteradas de campo, dichas muestras fueron analizadas en un laboratorio de mecánica de suelos para la obtención del Valor Relativo (VRS), módulo de reacción y el peso específico del suelo. Una vez obtenidos todos los datos anteriormente mencionados, se realizó el cálculo del pavimento rígido por el método AASHTO, donde se pretendió determinar el espesor de losa

de pavimento rígido, llegando a la obtención del espesor de losa más favorable que es de 15 cm.

También existen trabajos realizados sobre el tema como el de Uribe (2015), en su trabajo para conseguir la distinción de especialista en Pavimentos, que lleva por título “Análisis de los métodos de diseño de pavimento rígido bajo la concepción especial y única de la isla de San Andrés y especificaciones Técnicas de la secretaria de infraestructura de la Gobernatura Departamental”, realizado en la Universidad Católica de Colombia, tiene como objetivo principal el de llevar a cabo la distinción de los distintos criterios analizados comúnmente en el diseño pavimentario, todo ello exclusivamente en pavimentos rígidos en la isla, y esto conociendo previamente las características únicas de tráfico caótico, material de soporte del pavimento, características de la base y sub base y las propiedades y dimensiones del concreto rígido, de tal modo en esta investigación para lograr lo propuesto y los alcances del trabajo de grado se utilizó como metodología el análisis de la información, además de la obtención del diseño mediante el Software BSPACE, para de esta manera con la obtención de datos proyectar un diseño vial ; finalmente concluyó en que Los aspectos atípicos de la isla de San Andrés en el ámbito de las restricciones de ingreso de vehículos hace que las proyecciones de tránsito vehicular para una posible vida de pavimento de 20 años no se correlacionan con los cálculos logarítmicas aplicados con frecuencia para hallar los ejes equivalentes que se ejercen sobre área de análisis, a las cuales estará predispuesta el pavimento de tipo rígido, además a ello se encuentra que los vehículos que transitan con una afluencia mayor sobre las demás en San Andrés, son vehículos de poca carga, de tipo comercial, camiones de dos ejes sencillos y que su número de repeticiones concuerdan con un pavimento de tráfico moderado bajo, por lo que de este modo se sustenta aplicar lo descrito en la manual de bajos y medianos volúmenes de transitabilidad para pavimentos rígidos.

Por otra parte, también se tienen trabajos como el de Sanhueza (2016), en su trabajo de sustentación para conseguir el título de ingeniero civil, que es

titulado: “Aplicación analítica del costo del ciclo de vida en la toma de decisiones en la elección del tipo de pavimento en Chile”, realizado en Universidad Federico Santa María de Chile, tiene como objetivo primordial el de objetar las conveniencias de tomar las decisiones en un tiempo prolongado y a mediano plazo y la idoneidad de analizar los proyectos pavimentarios mediante la utilización del Análisis de Costo por ciclo de vida, acorde a las necesidades sociales de Chile. Por lo señalado está claro que se busca obtener un adecuado análisis presupuestal del ciclo de vida, a través de una diversidad en métodos de diseño pavimentario vigentes y acondicionados de manera internacional (AASHTO 93, AASHTO 98); fundamentalmente en cuatro volúmenes transitorios y tres niveles mejora del suelo, en las zonas Centrales del país. Para la obtención de la conservación sometidas a los pavimentos, el software de apoyo HDM-4 , fue sometido a un ajuste para permitir el modelamiento y permitir la optimización del desempeño de los múltiples métodos de diseño, considerando una vida útil sujeta a 20 años. Utilizando diversos caracteres de falla como el de escalonamiento y agrietamiento, esto nos permite afirmar que en los pavimentos de Chile, es viable su determinación. Finalmente, se concluyó en que los datos obtenidos de manera empírica permitieron probar la relevancia implícita en relación a una decisión proyectada en tiempo futuro, sustentar un proyecto aplicando métodos ya trabajado con anterioridad, tales como el ACCV enmarcado en la realidad social de Chile, encargado de traslucir y replantear experiencias en anteriores proyectos como es el caso de los modelos más imperantes en Chile para los trabajos pavimentarios mediante la utilización de los diferentes tipos de pavimento , los cuales pertinentemente fueron calculados con los métodos más utilizados en la actualidad, se ubicaron discrepancias al momento de elegir una decisión o idea sobre otra, al aplicar el ciclo de vida, previa a un cálculo de costos se logró remarcar las discrepancias en el análisis de costos directos, en relación a los gastos generados por los ciclos de vida sustentadas en evaluaciones proyectadas en HDM-4 ajustados a cualquier tipo de obra, aunque estas tengan características de origen contrapuestas, estos resultados justifican y

brindan mayor soporte a la importancia de evaluar los proyectos en el largo plazo.

Por lo expuesto, es necesario mencionar las teorías relacionadas al tema que a su vez se subdividen en variables dependientes y variables independientes, en cuanto a la variable dependiente, se determina la siguiente variable: Transitabilidad en Las Lomas – Huanchac, para lo cual podemos definir a transitabilidad como “una situación de predisposición de uso con una tasa de nivel de servicio de la infraestructura vial que garantiza un estado tal de la carretera, que accesibiliza un flujo de tránsito vehicular continuo en un espacio de tiempo propuesto” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, p.23). “Lo descrito denota que una infraestructura vial específica está adecuada para su uso, es decir, que esta no ha sido cerrada al tránsito vehicular por causas de factores de emergencias viales que hubieran cortado uno o más tramos de transitabilidad, principalmente consecuente a deterioros causados por acciones de la naturaleza misma, tales como deslizamientos de materiales arrastrados por corrientes de agua, deslizamiento de piedras, pérdidas parciales de losas de la carretera, erosiones propias por el tránsito de los ríos, desplomes de puentes” (Kraemer, 2013, p.73).

Para Scipion (2016, p. 4), “La clasificación por aspectos propios a la transitabilidad corresponden a los procesos o etapas de construcción de una infraestructura vial y esta a su vez se divide en: Vía Terraceria, la cual describe a una sección del proyecto vial que se ha construido hasta su nivel de subrasante, y que solo es transitable en época de sequía.

Figura 1: Vía Terraceria

□ **TERRACERIA** 

Fuente: Instituto de la construcción y gerencia

Revestida, es cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.

Figura 2: Vía Revestida



Fuente: Instituto de la construcción y gerencia

Pavimentada, es cuando encima de la subrasante se ha construido ya en su totalidad la estructura del pavimento”.

Figura 3: Vía pavimentada



Fuente: Instituto de la construcción y gerencia

En cuanto a la variable independiente, se tiene la siguiente variable: Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido, para lo cual podemos definir a infraestructura vial al camino, acceso, calle o vía de tren (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2008).

“Infraestructura vial es el medio a través del cual se crea un nexo de conectividad terrestre dentro de un territorio geográfico determinado exclusivamente en el traslado de personas y de carga, sea ligera o pesada, para de esta manera se viabilicen las actividades productivas, de servicios, turísticas y de distracción” (Solminihac, 2013, p. 12).

Para Montejo (2013, p.37), infraestructura vial “Es una infraestructura construida para cumplir con los requerimientos de transporte de una población que tienen necesidades en común”.

“El llamado pavimento rígido es básicamente una estructura de pavimento compuesta estrictamente por una capa de subbase granular, aunque dicha subbase también puede ser de base granular, también puede ser tratada con cemento, asfalto o cal, para una mejor estabilización; además a ello consta de una capa de rodadura de losa de concreto y material

aglomerante, agregados y dependiendo al caso, aditivo” (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p.24).

Figura 4: Tipos de pavimento de hormigón



Fuente: Manual de carreteras

“El pavimento rígido presenta una constitución neta de hormigón simple, estrictamente las barras de transferencia deben ser lisas y rectas y netamente de acero CA-25, estas deben estar sujetas a aceros de amarre para uniformizar las cargas, también es permisible la utilización alternativa del acero CA-25, adicional a ello son necesarias mallas de barras de acero soldadas entre sí, para de esta forma, tener una armadura para inadmitir futuras fisuraciones, estas consideraciones tienen que estar dentro de los estándares de la norma ASTM A 496” (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.23).

La investigación se presenta con un enfoque cuantitativo, debido a que se hará una recolección de datos en la población en el tramo Las Lomas – Huanchac, a través de encuestas directas realizadas a la población beneficiada, así como también se dará a conocer la correlación de las variables.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo APLICADA, debido a que se centra en solucionar la problemática social aplicada sobre el problema central de la investigación, además a ello, se consideró al diseño de investigación de tipo EXPERIMENTAL, debido a que se manipulan y desarrollan las variables, los fenómenos se observarán y analizarán desde la perspectiva del ámbito natural sin ser provocadas intencionalmente; esta investigación es de tipo TRANSVERSAL DESCRIPTIVO CORRELACIONAL, puesto que se llevó a cabo para medir las variables y explorar las mismas, de tal modo que se relacionarán dos variables en la investigación.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Transitabilidad

Variable Independiente: Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido.

3.3. Población, muestra y muestreo

Respecto a la presente investigación se considerará como población a toda la red de Infraestructura vial sujeta a pavimentación en Las Lomas - Huanchac. Por otro lado, la muestra, según Sampieri (2014, p. 175) "La muestra es, básicamente, una subdivisión de la población; en pocas palabras se podría decir que es un subconjunto de elementos que están contenidos a ese conjunto definido en sus características principales al que llamamos población"; por lo tanto, en la presente investigación la muestra no probabilística en la unidad de análisis es de 2.0 km de estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Sampieri (2014, p.198) "Posteriormente a la selección del diseño de investigación pertinente y la muestra adecuada y enlazada con nuestro problema de estudio y con nuestra hipótesis, lo consiguiente consiste en obtener mediante los distintos medios de obtención de información los

datos competentes a los conceptos o a las variables de las unidades de muestreo, de análisis o casos. Recolectar de manera exploratoria todos los datos conlleva a elaborar un plan explicativo de procedimientos y métodos que nos lleven a juntar todos los datos con un propósito en específico.” En este proyecto de investigación se emplearán las siguientes técnicas:

Coordinación previa con las autoridades locales de Huaraz y a su vez con la junta directiva administrativa del centro poblado de Huanchac a fin de lograr la venia para realizar los respectivos estudios de suelos, estudio de tráfico y levantamiento topográfico en 2.0 km de tramo

Se realizó durante 7 días, durante los horarios con mayor afluencia de tránsito, el conteo vehicular y clasificación de acuerdo al Manual De Carreteras, en ubicaciones críticas de transitabilidad vehicular, para posteriormente obtener el IMD, todas estas consideraciones fueron sustentadas en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 y Reglamento Nacional de Vehículos.

Toma de muestras de suelo, imperantes para determinar la capacidad de resistencia de corte del suelo , Límites tanto líquido como plástico, necesarios para obtener el índice de plasticidad; esto forma parte de los manuales de carretera de acuerdo al Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial D.S. N° 034-2008-MTC, Además se tuvo como referencia y sustento a las instituciones reconocidas internacionalmente como lo son: AASHTO, ASTM, ACI, NTP y otras.

Por otro lado, es necesario recalcar los instrumentos a utilizar en la presente investigación, para lo cual se considerarán los siguientes:

Formatos para caracterizar el tráfico según el (Reglamento Nacional de Vehículos, 2003, pp. 119.), esto nos permitirá identificar cada tipo de vehículo que transitan por la vía en estudio y también nos permitirá determinar el IMD.

Equipos de Laboratorio, según (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p. 13.), esto nos permitirá muestrear el tipo de suelo y determinar el CBR, contenido de humedad, Proctor Modificado, análisis granulométrico.

3.5. Procedimientos

Se empezará por realizar el levantamiento topográfico en la vía, antes de proceder a sus posteriores estudios, esto debido a que es necesario definir el trazado de la carretera ante una posible ampliación o modificación, de este modo la topografía nos ofrecerá resultados tanto en dos dimensiones como en tres dimensiones, en función de las necesidades y la complejidad del terreno.

Se procedió a realizar la obtención de muestras sobre la superficie del terreno, para de esta manera conseguir muestras netas del subsuelo, y de esta forma conocer la capacidad de carga del suelo, así como también las virtudes o desventajas que pudiera beneficiar o afectar al posterior diseño de infraestructura vial, de esta manera será posible caracterizar los suelos presentes en el sitio desde un punto de vista físico-mecánico, estas características nos serán de vital utilidad para determinar los espesores de los materiales encontrados y para a su vez sugerir posibles soluciones acerca de los tipos de cimentación, posibles asentamientos del terreno, así como también medidas preventivas o correctivas a tomar en consideración en caso de encontrarnos con condiciones especiales de sitio.

También se realizará el estudio de tráfico vehicular para cuantificar el volumen vehicular y clasificarlo según el tipo de vehículo, esto será muy importante y relevante para realizar el posterior diseño de pavimento.

3.6. Método de análisis de datos

Para el presente proyecto de investigación se obtendrá la información de transitabilidad vehicular de la carretera de Las Lomas a Huanchac, además se evaluará las condiciones de la carretera mediante calicatas para una posterior realización de diseño por el método AASHTO 93 de pavimento rígido, para lo cual los datos obtenidos en los estudios de mecánica de

suelos y en los estudios de tránsito (IMD) serán plasmados en cuadros descriptivos y aplicativos.

Así también, para lograr resultados con un mayor grado de fiabilidad, se validarán los resultados con el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos con sus diseños recomendados de acuerdo a cada particularidad de carretera, también se calculará el ESAL.

Posterior a todos los métodos ya señalados, se realizarán los cálculos necesarios para determinar el diseño y espesor del pavimento rígido en la carretera de Las Lomas a Huanchac, mediante el método AASHTO 93.

3.7. Aspectos éticos

El procedimiento y los aspectos legales de esta investigación estarán sujetas a los estatutos de la Ley Universitaria N° 30220, donde encontramos el Decreto Legislativo N° 822 y su modificatoria de Ley N° 30276 – Ley sobre el Derecho de Autor; por consiguiente, el contenido y aplicación de la normatividad de este proyecto se desarrollará respetando los lineamientos establecidos por la Universidad César Vallejo. Además, cumplirá con los requisitos de particularidad, objetividad y ética, también se consignará investigaciones de otros autores a quienes se les reconocerá la autoría de su información e ideas, de este modo se respetará la propiedad e integridad intelectual, donde se citarán de acuerdo a la norma APA las investigaciones expuestas en este proyecto de investigación. Es importante señalar que esta investigación está orientada a favorecer necesidades sociales, ya que es comprensible la responsabilidad social que esta conlleva, esto es evidenciado al proponer una solución de diseño de pavimento rígido en beneficio de los pobladores de la localidad en mención, y todo esto en favor de su bienestar y seguridad.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción situacional de la zona de investigación

- ▶ **Ubicación:** La carretera tiene una totalidad de 3.2 Km, por lo que para el presente estudio se tomó 1.0 Km.

Punto inicial

- Cruce Lomas Km 00+000
- Coordenadas UTM: 8535083.374E - 204153.317N
- Altitud: 3025

Punto final

- Km 02+000
- Coordenadas UTM: 8536012.476E – 204162.51N
- Altitud: 3027

▶ **Ubicación Política:**

- Departamento : Ancash
- Provincia : Huaraz
- Distrito : Independencia

▶ **Climatología:**

El clima en Huaraz es considerado templado de montaña tropical, donde se caracteriza por tener dos estaciones climáticas muy marcadas: Templado y seco de Mayo a Septiembre, esa temporada es llamada también “Verano Andino” y desde octubre hasta abril, es una estación lluviosa durante casi todos los días.

4.2. Estudio de tráfico

4.2.1. Descripción del estudio

El tramo de estudio de tráfico comprende inicialmente desde el Cruce Lomas hasta el punto Km 02+000, siendo el Cruce Lomas el punto de inicio para llegar a Huanchac, dicho punto es una intersección necesaria para los habitantes de Huanchac, para llegar al centro de la ciudad de Huaraz, por ende, un punto de considerable tráfico vehicular. La tasa de crecimiento

vehicular se ubica en el rango de 1.01 a 1.07 % el que está definido por el MTC. El crecimiento de diseño proyectado se diseñó para un periodo de vida útil de 20 años.

4.2.2. Metodología

Para determinar el número de afluencia vehicular se realizó un conteo durante 7 días (De Lunes a Domingo), durante 24 horas seguidas. Una vez realizado el aforo, se determinó el Índice Medio Diario (IMD) y el Índice medio diario anual (IMDA); para la obtención de estos datos se estableció una estación de control, la cual se estableció en una vivienda próxima a la carretera, finalmente se calculó el tránsito de diseño.

4.2.3. Determinación del IMD

Es representado por el número de vehículos que transitaron durante un día, en este caso el resultado se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{IMD} = \frac{\text{VS}}{7}$$

$$\text{IMD} = 90 \text{ Vehículos por día}$$

4.2.4. Resultado de conteo vehicular

Tabla 1: Cuadro de conteo de tráfico

Carretera

"Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021"

Tramo 1
Cod Estación E-1
Estación 1

Ubicación CRUCE LOMAS
Sentido TOTAL
Dia DEL 10/05/2021 AL 16/05/2021

DIA	AUTO	STATION				MICRO	BUS			CAMION				SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
		WAGON	PICK UP	PANEL	0		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
SABADO	76	4	2	1	9	0	6	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	48.77
DOMINGO	39	2	1	1	9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	37.93
LUNES	74	10	5	0	15	0	0	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	13.30
MARTES	45	5	6	2	13	0	3	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MIÉRCOLES	58	13	7	2	20	0	1	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
JUEVES	47	3	2	0	10	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
VIERNES	52	11	0	0	12	0	2	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	391	48	23	6	88	0	16	7	35	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	406	100.00
IMD	66	7	3	1	13	0	2	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	
%	62.22	7.78	3.33	1.11	14.44	0.00	2.22	1.11	5.56	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS																		

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Obtención de los ejes equivalentes

Para la obtención del ESAL se utilizó la siguiente fórmula

$$ESAL = \sum n_i = \sum (n_o)_i (G) (D) (L) (365) (Y) = 210,416.8411$$

Tabla 2: Cálculo de ESAL

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS							
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E			
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.		
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	2	1.5	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23		
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	39.706	15.441	50.736		
no	63	63	3	3	13	13	0	0	2	2	1	1	5	5	2	2	0	0		
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04		
Gt	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079		
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3		
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
log(Wtx/Wt)	3.5704	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338	0.2902	-0.572	0.2902	-0.366	0.2902	-0.572	0.2902	-0.59	0.2902	-0.521		
G = Wt/Wtx	0.0003	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147	0.5126	3.7307	0.5126	2.3215	0.5126	3.7307	0.5126	3.8914	0.5126	3.3191		
G Y	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778		
ESAL	97.003	48.947	7.9547	17.187	67.203	192.61	0	0	5027.5	36589	2513.7	11384	12569	91474	5869.6	44559	0	0		
PARCIAL	430.9031573								55515.08804				154470.8499							
TOTAL	210416.8411																			

Fuente: Elaboración propia

En el presente diseño se tiene un ESAL de 210 416.8411, y pertenece al tipo de tráfico Tp1.

$$Tp1 = > 150\ 000\ EE \leq 300\ 000\ EE$$

Tabla 3: Cuadro de resumen

IMD=	90	Veh/Dia	TIPO DE CARRETERA	Nº MR Y CBR
IMDS=IMD/7=	13	Veh/Dia	Carretera de bajo volumen de tránsito IMDA menores a 200 veh/día, con una calzada	Cada 1km se realizará un CBR
IMDA=IMD*365=	32850	Veh/Dia		
IMDM=IMD*30=	2700	Veh/Dia		
FC=IMDA/IMDM=	12.16			
IMDA=IMDSXFC=	158	Veh/Dia		

Fuente: Elaboración propia

4.3. Estudio de Suelos

4.3.1. Alcance

Los estudios de suelos realizados en el presente informe de investigación fueron hechos de manera particular, por ningún motivo estos deberán ser aplicados en otros proyectos de diseño de carreteras. Los estudios fueron realizados con la finalidad de determinar las características del suelo; su estratificación y demás datos serán necesarios para determinar la real mecánica de suelos.

4.3.2. Descripción del trabajo

Se realizaron 2 calicatas separadas 1.00km. el uno del otro en todo el eje del área de investigación, sus dimensiones fueron de 1.00m de largo x 1.00m de ancho, estos a su vez, tuvieron una profundidad de 1.50m

► **Ubicación de las calicatas:**

Tabla 4: Ubicación y numeración de calicatas

Calicata	Kilometraje	Dimensiones
C-01	Km 01+ 000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-02	Km 02 + 000	1.00 x 1.00 x 1.50

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Resumen de los ensayos de laboratorio

Tabla 5: Resumen del tamizado C-01 y C-02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422			
Tamices	Diámetro	% Pasa	
		C-01	C-02
3"	75.000	100.00	100.00
1 1/2"	37.500	92.25	100.00
3/4"	19.000	73.69	86.27
3/8"	9.500	66.67	75.67
N° 4	4.750	61.53	67.42
N° 8	2.000	56.18	59.51
N° 16	0.850	47.87	54.79
N° 30	0.425	44.69	47.71
N° 50	0.250	44.17	45.92
N° 100	0.106	39.62	43.54
N° 200	0.075	38.81	41.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Cuadro resumen de ensayos estándar de laboratorio

LIMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD		
	C-01	C-02
Contenido De Humedad	3.39%	5.71%
Limite Liquido	33.22%	32.77%
Limite Plástico	19.87%	19.09%
Índice De Plasticidad	13.35%	13.68%
Clasificación SUCS	GC	GC
Clasificación AASHTO	A-6-3	A-6-3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Datos de C.B.R.

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)		
	C-01	C-02
CBR al 100%	26.47%	27.07%
CBR al 95%	22.11%	22.53%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Categorización de la sub rasante

Clasificación	CBR de diseño
S0: Subrasante inadecuada	< 3%
S1: Subrasante insuficiente	≥3% - <6%
S2: Subrasante regular	≥ 6% - <10%
S3: Subrasante buena	≥ 10% - <20%
S4: Subrasante muy buena	≥ 20% - <30%
S5: Subrasante excelente	≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

4.4. Diseño geométrico de la carretera

4.4.1. Clasificación de la carretera

Según las consideraciones del estudio de tráfico, en el cual se obtuvo un índice medio diario anual de 158 Veh/día, se determinó que, según la clasificación por demanda, pertenece a una trocha carrozable.

Mediante el estudio topográfico se pudo determinar que, según su clasificación por orografía, pertenece a un terreno plano (tipo 1), puesto que las pendientes transversales al eje de la vía son menores a 10% y sus pendientes longitudinales son menores al 3%; de estas características del terreno se puede concluir que existiría un mínimo movimiento de tierra, y esto a su vez no generaría mayores dificultades en el trazado.

Siguiendo la reglamentación del MTC, de acuerdo a la clasificación y tipo de carretera, se consideró un ancho de calzada de 4 metros y un solo carril de diseño.

4.4.2. Velocidad de diseño

Según las particularidades de las carreteras denominadas trochas carrozables, se puede determinar que las velocidades máximas de operación deberán ser establecidas por las autoridades competentes, no obstante, las mismas deberán guiarse de los estándares propuestos por el MTC.

Tabla 9: Velocidad de diseño

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, 2018

En la tabla se muestra la velocidad de diseño, dependiendo de la clasificación de la carretera y su característica orográfica, como se puede visualizar en ella, las trochas carrozables no están consideradas, por tal motivo, en el presente informe se trabajó con la velocidad dispuesta en la carretera de tercera clase, porque en ella se considera el IMDA menores de 400 Veh/día. Por lo tanto, la velocidad de diseño a considerar en el presente informe fue de 50km/h.

4.5. Diseño de pavimento

4.5.1. Generalidades

Para el presente informe de investigación se realizó el estudio de pavimento rígido, teniendo en consideración las normas técnicas y todos los estudios necesarios y requeridos por reglamento, para de esta forma, obtener el diseño más óptimo desde una perspectiva estructural.

De este modo, todos los datos recopilados son los necesarios y requeridos en la actualidad según las normas peruanas, para poder determinar la sección y las dimensiones de carretera se utilizó el método aceptado

actualmente en nuestro país, el cual es, el Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

4.5.2. Periodo de análisis

Tabla 10: Vida de diseño

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (años)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, 2018

Por ser una vía pavimentada de bajo volumen de tráfico, el diseño se considerará para un periodo de 20 años.

4.5.3. Resolución de los datos de campo

- Tránsito futuro estimado:

$$W_{18} = D_D * D_L * \hat{W}_{18}$$

D_D (Factor de distribución direccional): 0.5 (50%)

D_L (Factor de distribución de carril)

Tabla 11: Factor de distribución de carril

Número de carriles en cada dirección	% ESAL de 18 kips en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: Elaboración propia

Dado que tenemos 1 carril de diseño se considerará D_L : 1 (100%)

- Confiabilidad:

Tabla 12: Confiabilidad de diseño

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías libres	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Elaboración propia

Por tratarse de una vía local, se asumió una confiabilidad del 80%

R= 80%

● **Desviación estándar total:**

Tabla 13: Desviación estándar

DESVIACION ESTANDAR NORMAL, DEPENDIENTE DE LA CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	(Z _R)	(S _o)
50	0	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.34	0.31
92	-1.405	0.3
93	-1.476	0.3
94	-1.555	0.3
95	-1.645	0.3
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.09	0.29
99.99	-3.75	0.29

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, 2018

Dado que se trabajó con una confiabilidad del 80%, asumiremos los siguientes valores:

Z_R = -0.841

$$S_o = 0.32$$

- **Pérdida de servicialidad:**

Tabla 14: Índice de servicialidad

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
P _o = 4.5 para pavimentos rígidos	P _t = 2.5 o más para caminos muy importantes
P _o = 4.2 para pavimentos flexibles	P _t = 2.0 para caminos de tránsito menor

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, 2018

De la tabla mostrada, se rescataron los siguientes datos:

$$P_o = 4.5$$

$$P_t = 2.0$$

$$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$$

Aplicando la fórmula propuesta en el método AASHTO, se obtuvo una pérdida de servicialidad de 2.5

- **Módulo de resiliencia de la subrasante:**

Teniendo en cuenta el CBR obtenido en el estudio de suelos, se obtuvo lo siguiente:

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

$$M_r = 2555 \times 22.11^{0.64}$$

$$MR = 18532.231 \text{ psi} = 127.87 \text{ Mpa}$$

Sub base:

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

$$M_r = 2555 \times 22.53^{0.64}$$

$$MR = 18756.771 \text{ psi} = 129.42 \text{ Mpa}$$

• **Módulo de reacción de sub rasante:**

Si CBR > 10

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG} (\text{CBR}))^{4.34}$$

$$K = 89.14 \text{ Mpa/m} = 12928.664 \text{ Psi}$$

• **Módulo de ruptura del concreto:**

Concreto $f'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$

$$S'c = 8 - 10 (f'c)^{0.5}$$

$$S'c = 546.5 \text{ Psi}$$

4.5.4. Determinación de los espesores de las capas

Para dimensionar las capas del pavimento se utilizó el método AASHTO 93, el cual hegemoniza los datos obtenidos mediante el estudio de suelos, ejes equivalentes y periodo de diseño; para poder determinar el número estructural (SN) se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{ PSI}}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Para términos prácticos se utilizó el software AASHTO 93 para determinar el espesor de las capas.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 80 % $Z_r = -0.841$ So 0.32

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.5 PSI final 2.0

Módulo de reacción de la subrasante
 k 12928.664 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) 3115170 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 3
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) 546.5 Coeficiente de drenaje - (Cd) 0.9

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 =** 210416.8411
 Calcular W18

Espesor de losa (plg)
D = 7.9

Calcular Salir

De ese modo obtenemos el espesor de las capas de concreto rígido

Base : D = 7.9 pulgadas = 20 cm

Concreto: D = 7.9 pulgadas = 20 cm

V. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como finalidad realizar el diseño de la carretera Huanchac – Huaraz, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. Es por ello que se discutirá los resultados obtenidos, y estos a su vez, se encuentran mencionados en función a los objetivos trazados y a la normativa vigente.

Con respecto al diseño de infraestructura vial más óptimo desde el punto de vista técnico financiero he de mencionar que el diseño planteado es óptimo, debido a que se trabajaron con las características del concreto mínimo requerido, dado que la vía del área de estudio se trataba de una trocha carrozable y se trabajó con los requerimientos necesarios para su funcionamiento y para que esta tuviera una vida útil de 20 años, además el ancho de la calzada es una longitud realista de acuerdo a la realidad actual de Huanchac, en donde la transitabilidad vehicular es relativamente baja, esto no significa que los costos son los menores posibles, porque es necesario mantener el balance entre calidad y presupuesto, de este modo, se trabajó con una resistencia del concreto de 210 kg/cm², esto garantiza que la calidad del concreto es el más óptimo dado el tipo de vía y a la carga que se ejercerá sobre este. Estas consideraciones son similares con las consideraciones obtenidas por GUERRA (2020), en su artículo científico, en que trabajó con una resistencia a la compresión del concreto, de 196.95 kg/cm², módulo de rotura 31.74 kg/cm² y como resultado hidráulico se logró una permeabilidad óptima y en la que además para dimensionar el espesor de las capas del concreto se consideró la guía vigente del diseño AASHTO 93.

En cuanto a la determinación de los estudios de campo ingenieriles he de mencionar que estos fueron fundamentales para el final diseño de pavimento, en cuanto a los estudios topográficos, se puede decir que fueron determinantes para conocer las reales características del terreno, así como su superficie, a partir de ella se pudo determinar características básicas de diseño como el ancho de la calzada y también fue determinante para estimar el proceso de nivelación del terreno, ya que una vía con

desniveles significaría un alto costo adicional en nivelación; en cuanto al estudio de mecánica de suelos se puede mencionar que la realización de las dos calicatas de 1.5m. de profundidad para la posterior extracción de muestras, fue necesario, puesto que el estudio indicaba que se debía realizar la muestra en cada kilómetro, estos estudios arrojaron datos relevantes en cuanto a la caracterización del terreno y a su composición física y química, datos que brindaban características como la cantidad de grava, arena y finos y su clasificación según AASHTO, el cual resultó, grava arcillosa con arena; estos datos, sin lugar a dudas, significaron un primer indicio de las características naturales del terreno y a lo que me estaba enfrentando en cuanto a área de investigación. En cuanto al estudio de tráfico se puede señalar que su realización fue un proceso arduo, puesto que el conteo vehicular se llevó a cabo las 24 horas del día durante los 7 días de la semana, de este modo se pudo obtener el IMDA(Índice medio anual) de 158 Veh/día, de este modo pude conocer el tipo de carretera, el cual fue una carretera de bajo volumen de tránsito, del mismo modo, luego de realizar el conteo vehicular se pudieron estimar las cargas a las cuales se iba a someter el pavimento, así como la cantidad de carriles necesarios para satisfacer la afluencia vehicular, que en la presente investigación fue de un carril de diseño, por otra parte, el resultado obtenido por Pérez(2018), en su artículo científico sobre el análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico, destacó que podría replantear y considerar otras situaciones específicas de tráfico, tales como vialidades de dos o más carriles, la presencia de muchos otros tipos de vehículos, e incluso tener en cuenta otro tipo de situación física que generaría congestionamiento, tales como reducciones de la capacidad vial de las carreteras, o como comúnmente es llamado, “cuellos de botella”.

En cuanto a la determinación del CBR Y ESAL de diseño, se puede decir que estos datos son determinísticos, puestos que el resultado de estos es directamente aplicativo a las fórmulas establecidas por el AASHTO 93; en cuanto al CBR, este dato fue obtenido mediante el estudio de suelos, el cuál resultó 22.11% y 22.53% respectivamente a cada calicata de

extracción de muestras, a partir de estos datos se pudo obtener el módulo de resiliencia y el módulo de reacción de la sub rasante, para luego ser aplicados directamente a la fórmula AASHTO 93; por otra parte, el ESAL fue obtenido a partir del estudio de tráfico, en el cual se plasma el volumen de tránsito del carril de diseño, el cual conlleva a un determinado número de ESAL, que es el parámetro necesario para la utilización de diseño de la estructura del pavimento, en el presente informe de investigación se obtuvo un ESAL de 210416.8411, este número de ejes equivalentes resolvió en categorizar al tráfico en TP1, sin lugar a dudas, fue un dato que sirvió para caracterizar a la afluencia vehicular así como necesario para estimar la cantidad de carga que debería soportar el pavimento rígido de diseño, por otra parte, Barreto(2018), en su artículo de investigación comparó de ejes equivalentes obtenidos mediante método AASHTO 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehículos, en el cuál obtuvo dos ESAL diferentes; mediante el método AASHTO 93 obtuvo un ESAL de 20059.719 y mediante el método de balanza fija de vehículos obtuvo en ESAL de 27337. 913; esto es una muestra de que los estudios son netamente probabilísticos y pueden variar en función a los días y al método de recopilación de información.

En cuanto a la determinación de los espesores de las capas del pavimento rígido, se puede decir que los resultados fueron técnicamente sustentados y obtenidos en base a lo propuesto por el MTC y a lo planteado por el AASHTO 93, de este se obtuvo un espesor de 20cm de base y en la capa de rodadura, dichos espesores fueron desarrollados aplicando la fórmula final del AASHTO 93 y corroborado por un software llamado ecuación AASHTO 93, del mismo modo Mendieta(2018), obtuvo en la determinación de las sobre capas de refuerzo flexible espesores orientados al adecuado funcionamiento de los mismos, de esta manera obtuvo espesores de 8 pulgadas, es decir de 20cm.

VI. CONCLUSIONES

1. El diseño de infraestructura vial fue determinado primeramente en función a los resultados del diseño geométrico, los cuales permitieron determinar el ancho de la calzada y la velocidad de diseño; por otro lado, mediante la utilización del método AASHTO 93 se diseñaron los espesores de las capas del pavimento rígido.
2. Se diseñó el pavimento en función a los estándares técnicos propuestos por el AASHTO 93, de este modo se garantizó que los resultados fueran avalados por reglamentaciones hechas por expertos y basados en función a la experiencia, del mismo modo se realizó un diseño basado en la estabilidad económica, siguiendo los estándares mínimos requeridos sin llegar a exagerar los datos, muestra de ello es la utilización del concreto de 210 kg/cm², la cual fue suficiente para realizar un diseño óptimo.
3. Considerando los diferentes estudios y sus resultados, concluyo en que, en el estudio topográfico se determinó la topografía integral del terreno, describiendo que sus pendientes longitudinales son menores al 3%. En el estudio de suelos se realizaron los ensayos físico mecánicos para poder determinar la clasificación de los suelos, que en este caso en particular resultó ser de tipo Gravoso arcilloso con arena; en cuanto al estudio de tráfico, a partir del conteo vehicular se determinó que el IMDA fue de 158 Veh/día.
4. Se determinó que el CBR más bajo es de 22.11% al 95% de su máxima densidad, de este modo queda demostrado que la sub rasante es de muy buena calidad; por otro lado, el ESAL resultó ser de 210416.8411, lo cual lo caracteriza, de acuerdo al nivel de tráfico, como una vía TP1.
5. Mediante la utilización del método AASHTO 93, se determinó que la sub rasante, sub base y la losa de concreto tendrán un espesor de 20cm.

VII. RECOMENDACIONES

1. Es imperante que se continúe investigando sobre la utilización del pavimento rígido, pero aplicado a otros lugares de la ciudad, y tomarlo como un modo de solución a los problemas de pavimentación en los accesos a Huaraz.
2. En el estudio de suelos, es importante tener en consideración que los CBR críticos menores a 3% significan una sub rasante de pésima calidad y por ende sería necesario realizar una estabilización de la sub rasante.
3. Tener en cuenta en los estudios de tráfico no son definitivos, ya que con el pasar de los años puede aumentar el flujo vehicular y por ende también el ESAL, es por ello que luego de terminado el periodo de vida de diseño del pavimento, es necesario realizar otro estudio de tráfico.
4. Es necesario realizar más de dos ensayos de CBR de la sub rasante, solo así se podrá obtener un valor medio, lo cual es recomendable para optimizar el módulo de resiliencia MR de la sub rasante.
5. Tener en consideración que un nivel de confiabilidad alto, no acorde al tipo de uso, implicará que un pavimento se realice con mayores costos, debido a que se diseñará un pavimento con un nivel de servicialidad no apto para su uso verdadero.

REFERENCIAS

ALCALDE PAREDES, Susan Grettel. Evaluación del agregado proveniente de la cantera "Rio Cajamarquino" para la elaboración de concreto permeable para pavimento rígido, Cajamarca 2015 (Tesis parcial). 2015.

CALO, Diego H. Diseño de pavimentos rígidos. Jornadas de Actualización Técnica. Diseño y Construcción de Pavimetnos de Hormigón. ICPA, Instituto del Cemento Portland Argentino, 2012.

CONCRETE SOCIETY. Concrete industrial ground floors: a guide to design and construction. Concrete Society, 2003.

CUSQUISIVÁN CHILÓN, Manuel Edgar; SÁENZ CORREA, Jean Pier. Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos, 2016 (Tesis parcial). 2016.

DAVIDS, William G.; TURKIYYAH, George M; MAHONEY, Joe .EverFE: Rigid pavement three-dimensional finite element analysis tool. Transportation Research Record, 1998, vol. 1629, no 1, p. 41-49.

DAVIDS, William G.; MAHONEY, Joe P. Experimental verification of rigid pavement joint load transfer modeling with Ever FE. Transportation Research Record, 1999, vol. 1684, no 1, p. 81-89.

DELATTE , Norbert J. Concrete pavement design , construction , and performance. Crc Press, 2014.

FEI , Chen , et al. New load- transfered evaluating method at doweled joint of rigid pavement [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2006, vol. 6, no 4, p. 47-51.

FONSECA , ALFONSO MONTEJO . Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos , estudios básicos y diseño. Bogota DC: Stella Valbuena de Fierro, 2006.

HAMMONS , Michael J. Advanced pavement design : Finite element modeling for rigid pavement joints , Report II: Model development. ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION VICKSBURG MS, 1998.

HUANG, Y. H.; WANG , S. T. Finite-element analysis of concrete slabs and its implications for rigid pavement design. Highway Research Record, 1973, no 466.

HERNÁNDEZ PINEDO , Jessica Paola . Análisis y evaluación de las patologías del pavimento rígido y mejorar el índice operacional de la calle buenos aires cuadras 1, 2, 3, 4 y 5, del AA. HH 28 de Julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas–departamento de Loreto, Setiembre-2017. 2018.

HERNÁNDEZ - SAMPIERI , Roberto ; TORRES , Christian Paulina Mendoza. Metodología de la investigación. México^A eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.

ILLANES OBREGON , Carlos Alberto . Mejora del módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz-2017. 2019.

ISIDRO AGUIRRE , Isidro Aguirre . Análisis de la Resistencia a la Compresión Adicionando Vidrio Reciclado para el Uso en la Losa de Concreto del Pavimento Rígido. 2017.

KOSMATKA , Steven H. ; PANARESE , William C. ; BRINGAS, Manuel Santiago . Diseño y control de mezclas de concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1992.

ORTIZ Medina, Birshy y TOCTO Román, Edixon. Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018 . Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo , Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, 2018. 44 pp.

RENGIFO Arakaki , Kimiko. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189). Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ingeniería, Escuela de ingeniería Civil, 2014. 91 pp.

MAYTA Posadas , Joan . Diseño de estructura de pavimento rígido para mejoramiento de principales vías de la UU. VV. Pochocota en la provincia de Andahuaylas – región Apurímac. Lima: Pontificia Universidad Nacional

Federico Villarreal , Facultad de ingeniería , Escuela de ingeniería Civil, 2019. 117 pp.

MORIAN , Dennis A . ; SUTHAHAR , Nadarajah ; STOFFELS , Shelley. Evaluation of rigid pavement joint seal movement. Transportation research record, 1999, vol. 1684, no 1, p. 25-34.

PRUNELL , S . Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos. 2011. Tesis Doctoral . Tesis para la obtención del título de ingeniero civil].[La Plata, Argentina.

SALDAÑA PINCHI , Percy; QUILLATUPA ORDOÑEZ, Ciro Amado. Estudio y desarrollo de un sistema de reparación de dos a más fisuras a edad temprana con resinas epóxicas en pavimentos rígidos cuyo factor de forma máximo es 1.25, San Juan de Miraflores 2019 (Tesis-parcial). 2019.

SALINAS Arias , Arturo. Diseño y Construcción de pavimento rígido para la colonia Sta. teresa en la ciudad de Uruapan , Michoacán. Michoacán: Universidad Don Vasco, Facultad de ingeniería, Escuela de ingeniería Civil, 2015. 114 pp.

SANHUEZA Mejías , Carlos. Aplicación del análisis del costo del ciclo de vida en la toma de decisiones para la selección del tipo de pavimento en Chile. 2016.

SOTIL LEVY , Alfredo José; ZEGARRA RIVEROS, Jorge Eduardo. Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo , concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. 2015.

URIBE , Bryan; ALBERTO, Carlos . Análisis de los criterios de diseño de pavimento rígido bajo la óptica de las condiciones especiales de la isla de San Andrés y especificaciones técnicas de la secretaria de infraestructura de la gobernación departamental. 2015.

VELA RUIZ, Alev; ZEGARRA GARCÍA, Milagros . Diseño de pavimento rígido con fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en el diseño de la infraestructura vial en los jirones José Olaya y Sevilla, Morales, 2018. 2019.

GUERRA, Ronald , 2020. Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible . 2da. Edición. Bolivia: Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia. ISBN 2071-081X

PEREZ , Fernando, 2018. Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico . 4ta. Edición. Colombia. Revista Dyna. ISSN: 0012-7353

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

<i>Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2020</i>									
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUBINDICADORES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: TRANSITABILIDAD	Nivel de servicio de una infraestructura vial que asegura un estado óptimo de la misma para que permita un flujo vehicular regular durante un determinado periodo (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2008)	Proceso de desplazamiento de personas y vehículos en las vías terrestres que obedecen a leyes y reglamentos determinados de manera orientativa y ordenada (Ley general de transporte y tránsito terrestre, 2015)	Evaluación situacional	Ubicación	Georreferencia	Observación	Ficha de observación	Procesamiento estadístico	Intervalo
				Salud	Cuadros estadísticos	Observación	Ficha de observación	Recopilación y análisis de información	Razón
			Tránsito vehicular	Estudio de tráfico	ESALs	Cálculo	Ficha de observación	Recopilación y análisis de información	Razón
			Tránsito peatonal	Satisfacción	Nivel de satisfacción	Cálculo	Ficha de observación	Recopilación y análisis de información	Razón

Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2020

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUBINDICADORES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RÍGIDO	Es la infraestructura por la cual circula de manera segura todo tipo de vehículo, dentro de ello, cuando el elemento estructural fundamental es una losa de concreto hidrahúlico, se dice que es un pavimento rígido (Rico y Del Castillo, 2000)	Es aquel diseño conformado en su estructura por un conjunto de capas horizontales que se diseñan con materiales adecuados acorde a la naturaleza del tipo de pavimento y puestas sobre la subrasante (Instituto de la construcción y gerencia, 2018)	Viabilidad	Evaluación situacional	Descripción	Observación	Ficha de observación	Procesamiento estadístico	Nominal
			Estudios básicos	Topografía	Georreferencia	Levantamiento topográfico	Estudio topográfico	Parámetros de diseño	Razón
				Mecánica de suelos	Clasificación	Calicata	Estudio de mecánica de suelos	Parámetros de diseño	Razón
				Tráfico	Tráfico vehicular	Conteo	Estudio de transitabilidad	Tabulación de información	Razón
				Impacto ambiental	Impacto ambiental	Matriz de Leopold	Estudio de impacto ambiental	Revisión documentaria	Razón
				Hidrología	Corrientes de agua	Búsqueda de datos	Estudio hidrológico	Parámetros de diseño	Razón
				Hidráulica	Temperatura	Observación	Estudio hidráulico	Parámetros de diseño	Razón
			Estructura del pavimento	Diseño de pavimento rígido	Diseño	Normatividad	Métodos de diseño de pavimentos	Revisión documentaria	Razón
			Recomendaciones	Presupuesto y programación	Presupuesto	Capeco	Presupuesto	Revisión documentaria	Razón
				Manual de operación y mantenimiento	Manual	Normatividad	Ficha de observación	Parámetros de ejecución	Nominal

ANEXO 2: ENSAYOS DE LABORATORIO



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Laboratorio en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Pag 1 de 7

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD EN LAS LOMAS - HUANCHAC - HUARAZ

SOLICITANTE: CASTRO QUIJANO ELVIS EVER

LUGAR: HUANCHAC - HUARAZ

FECHA: 10/05/2021

CERT:903996



DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m3)	2.01
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	6.67

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	26.47
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	22.11

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
 Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

ING. ELVIS EVER CASTRO QUIJANO
 INGENIERO CIVIL
 N° 1285
 Muestreo y Geotecnia



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA
TRANSITABILIDAD EN LAS LOMAS - HUANCHAC - HUARAZ

SOLICITANTE: CASTRO QUIJANO EIVIS EVER
LUGAR: HUANCHAC - HUARAZ
PROGRESIVA: -
CALICATA N°: 001
MUESTRA N°: MAB 01
PROFUND. (m): 1.50
FECHA: 10/05/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216 NTP 399.127

Recipiente N°	5	7
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	195.30	187.80
Peso Seco + Recipiente (gr)	189.70	181.90
Peso recipiente (gr)	24.50	25.10
Peso del agua (gr)	5.60	5.90
Peso Suelo Seco (gr)	165.20	156.80
Contenido de Humedad (%)	3.39	3.76
Humedad Promedio (%)	3.58	

CERT.:903996





GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316209652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA
TRANSITABILIDAD EN LAS LOMAS - HUANCHAC - HUARAZ

SOLICITANTE: CASTRO QUIJANO ELVIS EVER

LUGAR: HUANCHAC - HUARAZ

PROGRESIVA: .

CALICATA N°: C01

PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 10/05/2021

CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DEL SUELO
USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557

Golpes / capa : 56 Nº capas : 5.00
P. Martillo (gr) : 4.50 P. molde (kg) : 2820.00

DIMENSIONES DEL MOLDE:

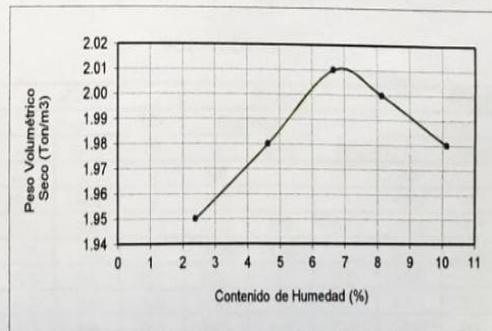
Diametro (cm) : 15.34 H (cm) : 11.50 Volumen (cm3) : 2124.00

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 NTP 339.127

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	192.74	193.11	196.77	197.23	198.97
Peso suelo seco + recipiente (gr)	189.46	189.58	190.28	190.54	189.56
Peso recipiente (gr)	47.37	47.43	48.17	48.46	47.49
Peso del agua (gr)	3.28	3.53	6.49	6.69	9.41
Peso Suelo Seco (gr)	142.09	142.15	142.11	142.08	142.07
Contenido de Humedad (%)	2.31	2.48	4.57	4.71	6.62

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO ASTM BS 1377 NTP 339.139

Cont. De Humedad Promedio	2.40	4.64	6.67	8.15	10.13
Peso suelo + molde (gr)	7060.00	7220.00	7380.00	7410.00	7450.00
Peso molde (gr)	2820.00	2820.00	2820.00	2820.00	2820.00
Peso suelo (gr)	4240.00	4400.00	4560.00	4590.00	4630.00
Peso volumen Húmedo (gr)	2.00	2.07	2.15	2.16	2.18
Peso Volumen Seco (Ton/m3)	1.95	1.98	2.01	2.00	1.98



CERT: 903996

Peso Volumétrico Seco Máximo (Ton/m3):	2.01
Contenido de Humedad Óptima (%):	6.67



JOSÉ FRANCIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
RUC: C.P. N. 4785
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica





GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD EN LAS LOMAS - HUANCHAC - HUARAZ
SOLICITANTE: CASTRO QUIJANO ELVIS EVER
PROGRESIVA: -
CALICATA N°: C01
MUESTRA N°: MAB 01
PROFUND. (m): 1.50
LUGAR: HUANCHAC - HUARAZ
FECHA: 10/05/2021

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR- (ASTM D - 1883 MTC E 132)

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por Capa	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	8631.00	13680.00	8641.00	13710.00	8570.00	13400.00
Peso del Molde (gr)	4700.00	9500.00	4710.00	9450.00	4700.00	9460.00
Peso del Suelo Húmedo	3931.00	4180.00	3931.00	4260.00	3870.00	3940.00
Volumen del molde	1894.00		1894.00		1894.00	
Peso Vol. Húmedo (gr/cm ³)	2.08	2.21	2.08	2.25	2.04	2.08
% de Humedad	3.33	6.21	4.65	7.38	3.41	9.85
Peso Vol Seco (gr/cm ³)	2.01	2.08	1.99	2.10	1.97	1.89
Tarro N°	1	2	1	2	1	2
Tarro + Suelo Húmedo	200.40	200.60	200.30	200.90	205.60	215.60
Tarro + Suelo Seco	195.40	191.50	193.40	190.20	200.30	200.30
Peso del Agua	5.00	9.10	6.90	10.70	5.30	15.30
Peso del Tarro	45.10	45.00	45.00	45.20	45.00	45.00
Peso del Suelo Seco	150.30	146.50	148.40	145.00	155.30	155.30
% Humedad	3.33	6.21	4.65	7.38	3.41	9.85
Humedad Promedio (%)	3.33	6.21	4.65	7.38	3.41	9.85

PENETRACION CBR

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm ²)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
0.025		200.00	10.33	--	150.00	7.75	--	100.00	5.17	--
0.050		250.00	12.92	--	200.00	10.33	--	170.00	8.78	--
0.075		300.00	15.50	--	250.00	12.92	--	200.00	10.33	--
0.100	70.30	360.10	18.61	26.47	330.10	17.06	24.26	300.80	15.54	22.11
0.200	105.45	510.20	26.36	25.00	470.20	24.29	23.04	430.10	22.22	21.07
0.300	133.57	640.20	33.08	24.76	580.20	29.98	22.44	520.00	26.87	20.11
0.400	161.69	750.20	38.76	23.97	660.30	34.12	21.10	600.00	31.00	19.17
0.500	182.78	800.30	41.35	22.62	730.20	37.73	20.64	660.30	34.12	18.56



CERT:903996



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe
www.geoestruct.com.pe



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Magisteria en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA
TRANSITABILIDAD EN LAS LOMAS - HUANCHAC - HUARAZ

SOLICITANTE: CASTRO QUIJANO HÉLVIS EVER
LUGAR: HUANCHAC - HUARAZ
CALICATA N°: C01
MUESTRA N°: MAB 01
PROFUND. (m): 1.50
FECHA: 10/05/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216 NTP 339.127

Recipiente N°	4	6
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	168.40	165.70
Peso Seco + Recipiente (gr)	160.10	158.40
Peso recipiente (gr)	22.60	22.50
Peso del agua (gr)	8.30	7.30
Peso Suelo Seco (gr)	137.50	135.90
Contenido de Humedad (%)	6.04	5.37
Humedad Promedio (%)	5.71	



CERT: 203995





GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316290652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD EN LAS LOMAS - HUANCHAC - HUARAZ

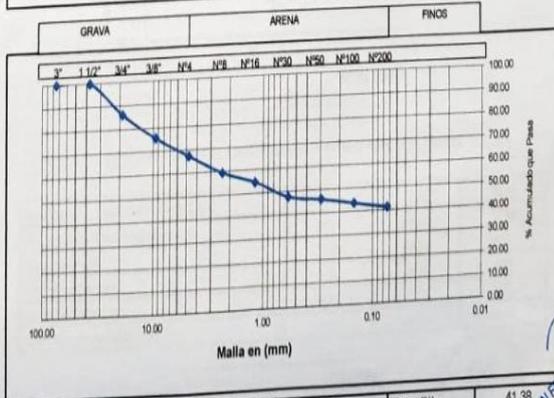
SOLICITANTE: CASTRO QUIJANO ELVIS EVER
LUGAR: HUANCHAC - HUARAZ
CALICATA N°: C01
MUESTRA N°: MAB 01
PROFUND. (m): 1.50
FECHA: 10/05/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 339.128

PESO INICIAL SECO (gr): 2550.00 % Pasa N° 200: 41.38
PESO LAVADO SECO (gr): 1494.90 % Peso Retenido 3" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	350.10	13.73	13.73	86.27
3/8"	9.500	270.40	10.60	24.33	75.67
N°4	4.750	210.30	8.25	32.58	67.42
N°8	2.360	201.80	7.91	40.49	59.51
N°16	1.180	120.30	4.72	45.21	54.79
N°30	0.590	180.50	7.08	52.29	47.71
N°50	0.295	45.60	1.79	54.08	45.92
N°100	0.148	60.80	2.38	56.46	43.54
N°200	0.074	55.10	2.16	58.62	41.38
<N°200	0.000	0.00	0.00	58.62	41.38
TOTAL		1494.90			--



Gravas (%):	32.58	Arena (%):	26.04	Finos (%):	41.38
D10 (mm):	--	D30 (mm):	--	D60 (mm):	2.47
Coef. Unif. (Cu):	--			Coef. Conc. (Cc):	--

CERT: 2039995



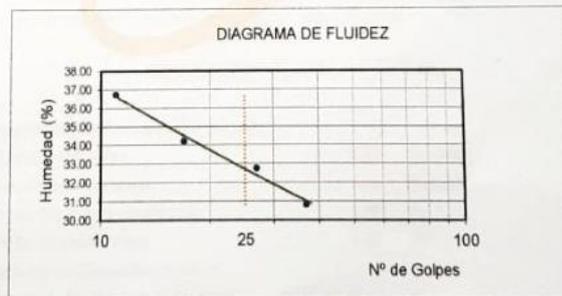
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT
INGENIERO CIVIL
MATERIA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICA
JOHN F. FERRER
REG. CIP. N° 147285

PROYECTO: *DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD EN LAS LOMAS - HUANCHAC - HUARAZ*

SOLICITANTE: CASTRO QUIJANO ELVIS EVER
LUGAR: HUANCHAC - HUARAZ
CALICATA N°: C01
MUESTRA N°: MAB 01
PROFUND. (m): 1.50
FECHA: 10/05/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D 4318 NTP 339.129

N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	43.09	43.73	43.66	44.36
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	39.12	39.90	40.04	40.93
Peso frasco (gr)	28.31	28.70	28.99	29.80
Peso del agua (gr)	3.97	3.83	3.62	3.43
Peso Suelo Seco (gr)	10.81	11.20	11.05	11.13
Contenido de Humedad (%)	36.73	34.20	32.76	30.82



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D 4318 NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	36.18	35.87	35.15
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	35.17	34.91	34.22
Peso frasco (gr)	29.86	29.84	29.41
Peso del agua (gr)	1.01	0.96	0.93
Peso Suelo Seco (gr)	5.31	5.07	4.81
Contenido de Humedad (%)	19.02	18.93	19.33

Límite Líquido (L.L.):	32.77
Límite Plástico (L.P.):	19.09
Índice de Plasticidad (I.P.):	13.68



CERT: 203995



ANEXO 3: ESTUDIO DE TRÁFICO

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021"

Tramo : 1
Cod Estación: E - 1
Estación: 1

Ubicacion: CRUCE LOMAS
Sentido: AMBOS
Dia: LUNES
Fecha: 10-May-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		COMBI RURAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %		
			PICK UP	PANEL			2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	4	-	3	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.76	
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.31	
05-06	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.17	
06-07	10	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	11.21	
07-08	5	4	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	9.48	
08-09	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.90	
09-10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.86	
10-11	3	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.31	
11-12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.86	
12-13	5	2	1	-	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	10.34	
13-14	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.45	
14-15	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.59	
15-16	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.59	
16-17	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.86	
17-18	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.72	
18-19	6	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.76	
19-20	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.59	
20-21	7	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.76	
21-22	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.17	
22-23	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.59	
23-24	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.72	
TOTAL	74	10	5	0	15	0	0	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	100.00	
%	63.79	8.62	4.31	0.00	12.93	0.00	0.00	0.86	7.76	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

Fuente: elaboración propia

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021"

Tramo 1 Ubicacion CRUCE LOMAS
 Cod Estación E-1 Sentido SALIDA
 Estación 1 Día MARTES Fecha 11-May-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.22
01-02	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.22
02-03	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.44
03-04	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.66
04-05	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.66
05-06	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6.10
06-07	4	-	-	-	2	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	9.76
07-08	6	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	12.20
08-09	5	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	9.76
09-10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.22
10-11	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.66
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.22
12-13	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.44
13-14	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7.32
14-15	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.44
15-16	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.66
16-17	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.44
17-18	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.44
18-19	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.88
19-20	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.88
20-21	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.66
21-22	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7.32
22-23	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.44
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	45	5	6	2	13	0	3	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	100.00
%	54.88	6.10	7.32	2.44	15.85	0.00	3.66	0.00	7.32	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: elaboración propia

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021"

Tramo 1
Cod Estación E - 1
Estación 1

Ubicacion CRUCE LOMAS
Sentido AMBOS
Dia MERCOLES Fecha 12-May-21

HORA	AUTO	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.88
01-02	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.88
02-03	2	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.42
03-04	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.88
04-05	3	1	-	1	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.96
05-06	7	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	9.73
06-07	3	-	1	-	2	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	7.08
07-08	4	2	-	-	1	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8.85
08-09	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.31
09-10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.77
10-11	5	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	7.08
11-12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.88
12-13	1	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.42
13-14	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.77
14-15	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.42
15-16	1	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.42
16-17	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.65
17-18	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.54
18-19	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.96
19-20	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.77
20-21	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.31
21-22	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.42
22-23	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.77
23-24	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.77
TOTAL	58	13	7	2	20	0	1	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	100.00
%	51.33	11.50	6.19	1.77	17.70	0.00	0.88	0.00	7.96	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: elaboración propia

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021"

Tramo 1
Cod Estación E-1
Estación 1

Ubicación CRUCE LOMAS
Sentido AMBOS
Dia JUEVES
Fecha 13-May-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3
00-01	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.43
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.43
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	-	1	1	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	8.57
06-07	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	8.57
07-08	4	-	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	11.43
08-09	5	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10.00
09-10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.71
10-11	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.71
11-12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.43
12-13	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.86
13-14	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.43
14-15	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.43
15-16	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.71
16-17	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.71
17-18	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7.14
18-19	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7.14
19-20	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	11.43
20-21	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.43
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.43
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	47	3	2	0	10	0	4	2	2	0	70	100.00									
%	67.14	4.29	2.86	0.00	14.29	0.00	5.71	2.86	2.86	0.00	100.00										

Fuente: elaboración propia

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto:

"Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021"

Tramo 1
Cod Estación E-1
Estación 1

Ubicación CRUCE LOMAS
Sentido AMBOS
Dia VIERNES Fecha 14-May-21

HORA	AUTO	STATION				MICRO	BUS		CAMION			SEMIRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.19
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.38
04-05	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.95
05-06	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.57
06-07	5	-	-	-	-	-	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	11.90
07-08	6	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	9.52
08-09	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.95
09-10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.76
10-11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.19
11-12	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.76
12-13	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.19
13-14	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.57
14-15	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.57
15-16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.19
16-17	-	3	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.95
17-18	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.95
18-19	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7.14
19-20	6	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	10.71
20-21	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.57
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.95
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	52	11	0	0	12	0	2	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	100.00
%	61.90	13.10	0.00	0.00	14.29	0.00	2.38	1.19	5.95	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: elaboración propia

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto:

"Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021"

Tramo 1
Cod Estación E-1
Estación 1

Ubicacion CRUCE LOMAS
Sentido AMBOS
Dia SABADO Fecha 15-May-21

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.94
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.89
04-05	2	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.72
05-06	1	1	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.66
06-07	7	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9.43
07-08	6	-	-	-	-	2	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11.32
08-09	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.72
09-10	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.83
10-11	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.83
11-12	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.89
12-13	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.83
13-14	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.77
14-15	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.83
15-16	3	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.72
16-17	8	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	8.49
17-18	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.94
18-19	6	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	8.49
19-20	6	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	8.49
20-21	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	7.55
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.94
22-23	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.72
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	76	4	2	1	9	0	6	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	100.00
%	71.70	3.77	1.89	0.94	8.49	0.00	5.66	2.83	2.83	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: elaboración propia

ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO



HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROCESO DE LEVANTAMIENTO TOÓGRÁFICO



REALIZACIÓN DEL CONTEO VEHICULAR



CALICATA C01



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO 8: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO

“Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021”

SOLICITA : Castro Quijano Elvis Ever

DEPARTAMENTO : Ancash

PROVINCIA : Huaraz

HUARAZ – PERU

JULIO DEL 2021



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: “Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas - Huanchac - Huaraz, 2021”

EJECUTA: Geo Struct – Laboratorio de Suelos

ESCUELA: Ingeniería Civil

Ensayos de laboratorio

- Características físicas del suelo
- Características mecánicas del suelo
- Ensayo CBR

HUARAZ – PERU

JULIO DEL 2021