

INFORME DE TESIS - FTH

por Fredy Torres Huacanca

Fecha de entrega: 27-jul-2023 04:48p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2137725172

Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_-_FREDY_TORRES_HUACANCA.docx (1.37M)

Total de palabras: 16975

Total de caracteres: 91164

46

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO

BENEDICTO XVI

6

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



MEJORAMIENTO A NIVEL AFIRMADO DE LA VÍA
VECINAL DEL TRAMO SHANCAYÁN-LAS LOMAS,
2 DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ,
REGIÓN ANCASH, 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. Fredy Josein Torres Huacanca

ASESOR:

Mg. Ing. Brayan Cardenas Saldaña

<https://orcid.org/0000-0001-7882-5916>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Suelos, infraestructura vial y transportes

PERU - 2023

11

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller de la Universidad Católica Trujillo

Benedicto XVI

Mons. Dr. Luis Miranda Díaz

11

Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Mariana Silva Balarezo

Vicerrectora Académica

Dra. Ena Cecilia Obando Peralta

Vicerrectora de Investigación

Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri

Gerente de Desarrollo Institucional

Dra. Teresa Reátegui Marín

Secretario General

¹
Dedicatoria

La presente tesis es dedicada a mi familia, por estar
conmigo en todo momento.

Agradecimiento

Agradecer a Dios y a mi familia

CONFORMIDAD DEL ASESOR

Yo, BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA, Asesor y docente ¹¹ del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI hago constar que:

El proyecto de tesis, titulado: **MEJORAMIENTO A NIVEL AFIRMADO DE LA VÍA VECINAL DEL TRAMO SHANCAYÁN-LAS LOMAS, ² DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ANCASH, 2022.**

Del Bach. **FREDY JOSEIN TORRES HUACANCA**, se encuentra CONFORME pasar la elaboración de tesis, por lo que se solicita dar la continuidad para la conformación de sus jurados.

Trujillo, 20 de abril 2023

El asesor



Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
DNI: 71475477

ÍNDICE

| | |
|--|-------------------------------------|
| Informe de Originalidad | Error! Bookmark not defined. |
| 11 Autoridades | Error! Bookmark not defined. |
| Conformidad del Asesor | Error! Bookmark not defined. |
| Dedicatoria | iii |
| Agradecimiento | iv |
| Declaratoria de Autenticidad | Error! Bookmark not defined. |
| Índice | vi |
| Índice de Tablas | viii |
| Índice de Figuras | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. METODOLOGÍA | 21 19 |
| 2.1. Tipo de investigación | 19 |
| 2.2. Diseño de investigación | 19 |
| 2.3. Población, muestra y muestreo | 19 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos | 20 |
| 1 2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información | 20 |
| 2.6. Aspectos éticos en investigación | 20 |
| III. RESULTADOS | 21 |
| 3.1. Estudio topográfico | 21 |
| 3.2. Estudio de suelos | 26 |

| | |
|--|----|
| 3.3. Estudio tráfico y diseño geométrico | 33 |
| 3.4. Estudio hidrológico e hidráulico | 51 |
| IV. DISCUSIÓN | 66 |
| ²¹ V. CONCLUSIONES | 70 |
| VI. RECOMENDACIONES | 72 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 73 |
| ANEXOS | 77 |

Índice de Tablas

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabla N° 1 | Naturaleza de intervención para ejecutar obras en los caminos vecinales | 24 |
| Tabla N° 2 | Clasificación por tipo de vehículo..... | 26 |
| Tabla N° 3 | Velocidad de diseño para tramos homogéneos | 28 |
| Tabla N° 4 | Numero de calicatas para exploración de suelos..... | 32 |
| Tabla N° 5 | Tipo de cemento asfáltico según temperatura | 34 |
| Tabla N° 6 | Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para periodos de retorno | 35 |
| Tabla N° 7 | Ubicación de la estación meteorológica de la zona de estudio | 37 |
| Tabla N° 8 | Resultados de componentes identificados en el camino vecinal | 41 |
| Tabla N° 9 | Calicatas según tipo de carretera..... | 46 |
| Tabla N° 10 | Análisis de CBR según tipo de carretera..... | 47 |
| Tabla N° 11 | Ubicación de las calicatas de suelo en el camino vecinal | 47 |
| Tabla N° 12 | Resultados de los análisis de suelos de las calicatas C-1 y C-2 | 48 |
| Tabla N° 13 | Resultados de califomia bearing ratio (CBR) | 49 |
| Tabla N° 14 | CBR según categoría de subrasante | 50 |
| Tabla N° 15 | Conteo vehicular ida | 53 |
| Tabla N° 16 | Conteo vehicular vuelta | 54 |
| Tabla N° 17 | Conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo..... | 54 |
| Tabla N° 18 | Factor de corrección promedio de una estación de peaje | 56 |
| Tabla N° 19 | Determinación del IMD | 56 |
| Tabla N° 20 | Tráfico atraído por tipo de vehículo..... | 57 |
| Tabla N° 21 | Tráfico actual en el camino vecinal | 57 |
| Tabla N° 22 | Tráfico actual en el camino vecinal | 58 |
| Tabla N° 23 | Estudio de conteo de tráfico vehicular | 58 |
| Tabla N° 24 | Período de análisis (años) | 59 |
| Tabla N° 25 | Tránsito futuro estimado (W18)..... | 60 |
| Tabla N° 26 | IMD determinado por cada vehículo..... | 61 |
| Tabla N° 27 | ESAL de diseño total | 61 |
| Tabla N° 28 | Velocidades de diseño para una carretera de tercera clase | 62 |
| Tabla N° 29 | Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras | 63 |

| | |
|--|----|
| Tabla N° 30 ¹ Anchos mínimos de calzada en tangente | 64 |
| Tabla N° 31 Distancia ^{de} visibilidad de parada con pendiente | 65 |
| Tabla N° 32 Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento | 65 |
| Tabla N° 33 Tramos en tangente | 66 |
| Tabla N° 34 Pendiente máxima | 67 |
| Tabla N° 35 Calzada de vía | 67 |
| Tabla N° 36 Ancho de bermas | 68 |
| Tabla N° 37 Inclinación de bermas | 68 |
| Tabla N° 38 Inclinación de berma de calzado | 69 |
| Tabla N° 39 Ancho y profundidad de cuneta | 69 |
| Tabla N° 40 Estación meteorológica Recuay | 72 |
| Tabla N° 41 Información meteorológica de precipitación 1964-2012 | 73 |
| Tabla N° 42 ¹⁰ Precipitación máxima pd (mm) por tiempos de duración | 75 |
| Tabla N° 43 Intensidades de lluvia a partir de PD, según duración de precipitación y frecuencia de la misma | 76 |
| Tabla N° 44 Tabla de intensidades-tiempo de duración | 77 |
| Tabla N° 45 ⁵ Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje | 78 |
| Tabla N° 46 Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica | 79 |
| Tabla N° 47 ⁸ Inclinaciones máximas de talud (v:h) interior de la cuneta | 79 |
| Tabla N° 48 Máxima velocidad de agua (m/s) | 81 |
| Tabla N° 49 Pendiente del terreno para el diseño de cunetas, según su tipo de suelos | 82 |
| Tabla N° 50 Resultados de caudales para el diseño de cunetas | 83 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura N° 1 Diseño de la curva circular | 25 |
| Figura N° 2 Curva intensidad-duración-frecuencia | 31 |
| Figura N° 3 Eje principal del camino vecinal | 39 |
| Figura N° 4 Resultados de CBR en las calicatas C-01 Y C-02 | 45 |
| Figura N° 5 Conteo vehicular diario | 50 |
| Figura N° 6 Gráfica de la precipitación máxima (mm) | 69 |
| Figura N° 7 Sección típica de cuneta triangular | 75 |

RESUMEN

El presente informe académico tuvo como objetivo principal el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash.

Para este trabajo se aplicó una metodología de tipo de investigación descriptivo, con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental. La población y muestra fue el camino vecinal Shancayán – Las Lomas. Dentro de las técnicas se empleó la observación, análisis topográfico y de laboratorio a través de instrumentos como fichas de campo, reporte de laboratorio y normas técnicas.

En los resultados se determinó una topografía con pendiente 2% a 25% transversales al eje de la vía. En el estudio de mecánica de suelos se obtuvo un tipo de suelo SC según clasificación SUCS con un CBR promedio 23.5 %; los ejes equivalentes EE estimado es de 70849, calculando un espesor de capa de suelo de 0.23m. Para el diseño geométrico se consideró una velocidad de diseño de 30km/h. Así mismo, para el análisis hidrológico, se tomó información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de la estación Recuay de un periodo de 48 años entre 1964-2012

Finalmente, como conclusión el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, cumplió con los requerimientos básicos de estudio topográfico, estudio de suelos, estudio de tráfico, diseño geométrico y estudio hidrológico e hidráulico según los manuales técnicos del Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC).

Palabras clave: Camino vecinal, topografía, suelos, diseño geométrico, hidrología, hidráulica.

ABSTRACT

The present academic report had as its main objective the improvement at the affirmed level of the neighborhood road of the Shancayán-Las Lomas section in the district of Independencia, province of Huaraz, region of Ancash.

For this work, a descriptive research methodology was applied, with a quantitative approach and a non-experimental design. The population and sample was the Shancayán - Las Lomas neighborhood road. Within the techniques, observation, topographic and laboratory analysis were used through the instruments of field records, laboratory reports and technical standards.

In the results, a topography with a slope of 2% to 25% transversal to the axis of the road was determined. In the soil mechanics study, a soil type SC was obtained according to the SUCS classification with an average CBR of 23.5%; the estimated EE equivalent axes is 70849, calculating a soil layer thickness of 0.23m. For the geometric design, a design speed of 30 km/h was considered. likewise, hydrological analysis, meteorological information was taken from the National Meteorology and Hydrology Service (SENAMHI) of the Recuay station for a period of 48 years between 1964-2012.

Finally, as a conclusion, the improvement proposal at the affirmed level of the neighborhood road of the Shancayán-Las Lomas section, met the basic requirements of topographic study, soil study, traffic study, geometric design and hydrological and hydraulic study according to the manuals. technicians from the Ministry of Transport and Communications (MTC).

Keywords: *Local road, topography, soils, geometric design, hydrology, hydraulics*

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional los tipos de vías de comunicación física o carreteras presentan características propias referente al índice de tránsito, material de pavimento, zonas geográfica y topografía, para lo cual se evalúa independientemente el grado de seguridad vial mediante estudios de accidentabilidad, identificación de peligrosidad y riesgos (Nicholson, 2017). El acelerado proceso de desarrollo expansión demográfica generan impactos adversos sobre estas vías de comunicación para lo cual se requiere políticas presupuestales de estado para un adecuado acondicionamiento y calidad vial (Persaud, 2016).

En el Perú, las carreteras son indispensables para llevar desarrollo económico y social para las poblaciones, donde el 69% son caminos vecinales, 15% vías departamentales y 16 % vías nacionales (MTC, 2016). Dentro de los cuales las vías vecinales son las más vulnerables a los impactos negativos generados por la naturaleza, como por ejemplo las lluvias, las cuales generan escorrentías que producen erosión en las trochas carrozables impidiendo una transitabilidad óptima de vehículos y peatones.

El área de estudio estuvo determinada por el camino vecinal entre las localidades de Shancayán y Las Lomas, de trocha carrozable sin afirmado, donde se identificó que no cuenta con un sistema de drenaje, no presenta radio de curvatura mínimo según el manual de diseño geométrico y existe tramos donde el ancho de vía no es eficiente para la transitabilidad de vehículos. Así mismo, se observó que en épocas de lluvia de noviembre a marzo las precipitaciones dificultan el tránsito por la vía debido al deficiente drenaje lo cual genera erosión en forma de baches a lo largo del tramo de estudio.

El mal estado de la vía vecinal Shancayán-Las Lomas dificulta el tránsito diario de los pobladores de ambos sectores, impidiendo la rápida transitabilidad para atender necesidades básicas como la salud, educación, emergencias, entre otros.

A partir de la problemática descrita en los párrafos anteriores, se vio necesario plantear una alternativa la cual permita mejorar las condiciones actuales del camino vecinal, para lo cual se

desarrolló una evaluación técnica de diferentes aspectos necesarios para el mejoramiento del tramo, planteándose el siguiente problema de investigación: ¿Cómo resolver el problema actual de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022?.

A partir del problema mencionado, se propuso el objetivo general: Mejorar a nivel afirmado la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022; la cual cuenta con los siguientes objetivos específicos:

a) Realizar el estudio topográfico para el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

b) Realizar el estudio de suelos para el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

c) Realizar el estudio de tráfico y diseño geométrico para el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del Tramo Shancayán-Las Lomas, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

d) Realizar el estudio hidrológico e hidráulico para el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

Como hipótesis general se propuso que, mediante la mejora a nivel afirmado de la vía vecinal, se resolverá el problema actual del tramo Shancayán-Las Lomas de en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

En la justificación de esta investigación se abordó aspectos sociales, ambientales y económicos, debido a que la población del tramo Shancayán - Las Lomas no cuentan con esta vía asfaltada, por lo que genera exposición y malestar en sus habitantes. Por ello, esta investigación se planteó como alternativa para mejorar el tránsito peatonal y vehicular, generando impactos positivos en la economía, bienestar social y ambiental de los pobladores

del área de estudio. Respecto a la salud pública, este trabajo permitió reducir la generación de partículas respirables (polvo), sobre todo en épocas de sequía, cuando la población es más vulnerable a contraer enfermedades pulmonares. Finalmente, esta investigación permitió generar información académica para estudiantes, docentes y otros interesados, buscando introducir y motivar al lector en la indagación en temas relacionados al mejoramiento de vías vecinales a nivel nacional.

Para el soporte teórico de la investigación, en los antecedentes internacionales se encontró a los siguientes autores mencionando sus principales resultados y conclusiones:

Salomón A. (2020), en su artículo publicado sobre caminos vecinales y sus restricciones estatales durante el siglo XX, tuvo como finalidad realizar la evaluación de los caminos vecinales dentro de la provincia de Buenos Aires con un enfoque cualitativo. Para esta investigación el autor empleó la técnica de la observación y revisión bibliográfica mediante la recolección de información en formatos de campo. Dentro de los resultados se mostró que la gestión de los caminos vecinales en las zonas rurales de la provincia de Buenos Aires a mediados del siglo XX era importante para activar y enriquecer aspectos sociales y culturales de la población; sin embargo, los municipios daban prioridad a las vías del casco urbano, quedando relegados los caminos vecinales. Finalmente, a través del análisis cronológico histórico de la gestión de los caminos vecinales en la provincia de Buenos Aires, se pudo observar que están incluidas en las políticas públicas, para su mantenimiento y rehabilitación periódica.

Fontalba E. (2018), en su trabajo de tesis, tuvo como objetivo principal realizar los estudios técnicos para la construcción de un pavimento flexible en la vía Circunvalación, estado de Guacamayo; según los requerimientos de la demanda del tráfico. La población estuvo conformada por 196 habitantes y una densidad de 8.61 hab/ha. Para esta investigación se empleó la metodología AASHTO 93 y DISPAV 5, así mismo, se realizó estudios de suelo, topografía, evaluación de tráfico, y especificaciones técnicas. Dentro de los principales resultados se obtuvo que el espesor de una capa es de 43cm, y un nivel granular de un $\Delta = 6$ cm; también el CBR en la sub-rasante es de 13%, una sub-base de 40% y base 80% respectivamente. La investigación concluye que las metodologías arrojan resultados similares, lo cuales tienen confiabilidad para el diseño del pavimento flexible.

Patterson & Buncher (2018), en este artículo plantearon con objetivo principal evaluar los materiales geotécnicos elaborados con aglomerantes hidráulicos y bituminosos para la aplicación en carreteras de bajo tránsito; para ello, desarrollaron una investigación experimental analizando materiales e insumos lo cual permitió obtener resultados positivos, donde muestran que la capacidad portante del pavimento es superior a la de una vía afirmada o natural. Como conclusión, mencionan que este prototipo es aplicado para vías de poco tránsito.

León M. y Chacasaguay M. (2018), realizaron el estudio sobre la rehabilitación del en la provincia de Bolívar-Ecuador, con el objetivo de diseñar la rehabilitación del camino vecinal para lograr una acción de mejora en la calidad de vida de los pobladores de la localidad. Para el desarrollo de esta investigación se empleó la técnica de la observación y la encuesta. Dentro de los resultados se obtuvieron que el material de la subrasante tiene una humedad del 90% de la densidad de Proctor; así mismo, el CBR con un 90% de compactación tiene un espesor de 81.4 cm. Sin embargo, el Numero Estructural según la normativa AASHTO es de 3.61 cm según las normativas nacionales. Finalmente se recomendó profundizar en los estudios de suelos y proponer obras de drenaje menor a lo largo del tramo del camino vecinal.

Mohan (2017), en este artículo planteó como objetivo evaluar las condiciones de las de los caminos y su influencia de accidentabilidad con riesgos futuros. Para ello, empleó el método de observación y recopilación de información para una población de más de cien mil habitantes, En sus principales resultados obtuvo que las tasas de mortalidad varían según cada tipo de carretera y su tráfico, concluyendo que la distribución y la estructura de los caminos en la ciudad permiten flexibilizar los casos de mortalidad.

En las investigaciones nacionales se encontró a los siguientes autores, cuyos resultados aportaron información adecuada para esta investigación:

Rodríguez A. (2019), en su trabajo de investigación planteó como objetivo principal realizar el diseño integral del camino vecinal a nivel afirmado Talahuayo-Vinomore. Se empleó la técnica de la observación, encuestas, análisis de laboratorio y estadística descriptiva. Dentro de las actividades principales, se realizó estudios de mecánica de suelos, diseño del afirmado, evaluación de canteras, estudio de tránsito, topografía diseño geométrico, estudio hidrológico y

diseño hidráulico. Finalmente, a partir de los estudios y diseños realizar se cumplió con el objetivo, plasmándolo en un cronograma para la ejecución como obra alternativa de solución ante la problemática de la población del distrito de la Capilla.

Paucar J. y Astochado H. (2018), en la tesis de pregrado, tuvieron como objetivo proponer una alternativa de solución a través del mejoramiento a nivel afirmado del camino vecinal CC. PP. Santa Cruz – Laguna Fapinalli. La investigación fue de tipo aplicado con un nivel básico empleando el método NAASRA. Dentro de los resultados se realizó los estudios correspondientes a mecánica de suelos, topografía, hidrología, entre otros, empleando el manual para el diseño de carretera no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. En conclusión, la superficie de rodadura presentó problemas por el mal diseño y la ausencia de mantenimiento periódico del camino vecinal.

Mendoza E. (2018), en su investigación de pregrado, presentó como objetivo principal diseñar el mejoramiento del camino vecinal del Tramo Mirador-Cruce Mirador, a través del estudio de mecánica de suelos, estudios hidrológicos, estudio de impacto ambiental y la elaboración de costos y presupuestos. El diseño de investigación fue no experimental de corte transversal y un nivel descriptivo. Las técnicas empleadas fueron la observación, levantamiento topográfico y análisis de laboratorio. Dentro de las principales conclusiones se encontró que la topografía presenta topografías de 11-50%; así mismo, para el diseño geométrico se consideró la clase III para terrenos ondulados.

Finalmente, para los antecedentes regionales y locales se encontró a los siguientes autores cuyas investigaciones presentan características similares al tema desarrollado:

Valverde (2022), en su tesis de investigación presentó como objetivo principal proponer el mejoramiento del camino vecinal del centro poblado de Huallcor, Huaraz, Ancash. Su metodología tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y de diseño experimental. Su población y muestra de análisis comprende la longitud total de la vía Huallcor. En este proyecto se realizaron los análisis básicos de topografía, estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelo y diseño geométrico. Finalmente se tuvo como resultado que el terreno es estudio es de tipo 3, con características de suelo de tipo arcillosa con gravas (SUCS) y teniendo un CBR de 33%,

37% y 32%; estos estudios permitieron elaborar una propuesta de diseño según los estándares establecidos en el Manual de Diseño Geométrico-DG 2018.

Cruz C. y Melgarejo G. (2020), en el trabajo de investigación tuvieron como finalidad mejorar la calidad de vida de la población del distrito de Recuay mediante la propuesta del mejoramiento del camino vecinal Recuay-Huancapampa, a través de la realización de la evaluación de la transitabilidad y estudios técnicos del tramo de estudio. Esta investigación fue de diseño no experimental con un nivel descriptivo. La muestra de estudio fue la longitud del tramo del camino vecinal de 1.520 km. Los instrumentos empleados fueron la ficha técnica del camino vecinal, equipos y herramientas. Como conclusión principal menciona que, la propuesta mejoró la transitabilidad vehicular, y en consecuencia la calidad de vida de la población.

Zárate G. (2018), en su tesis de pregrado, planteó como objetivo aplicar una adecuada gestión de conservación vial del camino vecinal Raypa-Huanchay-Molino en el distrito de Huarney-Ancash. Este objetivo busca reducir los costos de operación vehicular y del mantenimiento del tramo en estudio. Para esta investigación se empleó las técnicas de recopilación de información y la observación, basándose de fuentes directas de la Municipalidad Distrital de Culebras y de la empresa consultora IHAC S.A.C. Finalmente, como conclusión se obtuvo que, la propuesta alternativa para reducir costos de mantenimiento y operación es eficiente, y es un modelo lo cual permite ser aplicado en otros caminos vecinales con características similares.

Respecto a las bases teóricas científicas se consideró información de fuente confiable los cuales se presenta a continuación:

Según El Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) (2007), la red vial rural o caminos vecinales, cumplen una función importante de integran zonas rurales y centros poblados, este tipo de vía esta administrado por los gobiernos provinciales. Así mismo, dentro de la clasificación de carreteras de acuerdo a su demanda encontramos al tipo de trocha carrozable, lo cual es necesario mencionar en este trabajo de investigación. Las trochas carrozables se caracterizan principalmente por que el Índice Medio Diario Anual (IMDA) no supera los 200 veh/día, y en la parte geométrica las calzadas tienen un ancho mínimo de 4 m (MTC, 2018). Así

mismo, es importante mencionar que ¹ la superficie de rodadura para este tipo de carreteras puede ser sin afirmar o afirmada con pavimento rígido o flexible evaluando los costos y beneficios a futuro (Muhammed, 2021).

Por otro lado, a nivel nacional existen alrededor 120.000 km de vía vecinal, de los cuales aproximadamente 20.000 km han sido atendidos hasta el 2017, mediante programas de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento. Estos programas principalmente son financiados por los recursos del tesoro público y otro tipo de financiamientos como la cooperación financiera y el banco mundial. La ejecución de estas obras se da principalmente a través de la dirección de los gobiernos regionales y municipales (Torres, 2017).

De acuerdo al ¹ Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, según el tipo de obra a ejecutarse en los caminos vecinales, se clasifican en:

Tabla N° 1

Naturaleza de intervención para ejecutar obras en los caminos vecinales

| | |
|--------------------------------------|---|
| Rehabilitación | Comprende acciones para restaurar los caminos vecinales. Así mismo comprende la rehabilitación del trazo, re perfilado, drenaje, re compactación, y aumento del nivel afirmado de la superficie de rodadura. |
| Mejoramiento | Esta solución considera mejorar la geometría del camino vecinal, proponiendo la mejora del ancho de vía, alineamiento, curvatura, y pendiente de la vía para optimizar la capacidad y seguridad para la transitabilidad de los vehículos. Así mismo, comprende la construcción del sistema del alcantarillado, ampliación de calzadas y la estructuración de puentes. |
| Rehabilitación y Mejoramiento | Integras las soluciones de rehabilitación y mejoramiento. |

¹ Fuente: Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito.

El estudio topográfico es la ciencia que analiza las características físicas de un terreno, y mediante estos estudios se permite una representación más real del espacio donde se ejecutará los proyectos. Para el diseño y ejecución de obras en la superficie de la tierra es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones (Ortíz & Martínez, 2017):

- Las características físicas del terreno permiten tener una adecuada distribución y ubicación de la obra.
- Para el adecuado diseño geométrico de la carretera, es necesario considerar los ejes de simetría de la obra en sí mismos y con las partes fijas del terreno.
- Para el replanteo, la topografía interviene directamente permitiendo una adecuada ubicación de los terrenos.

Según los requerimientos la normativa del Diseño Geométrico DG-2018 del MTC, el eje de la vía se define en base al camino existe para minimizar los costos de movimiento de tierra, entre otros. Para ello se sigue los siguientes procedimientos (Consortio Vía Ingenieros, 2016): Realizar la georreferenciación para optimizar los trabajos de trazo y replanteo, ejecutar el levantamiento topográfico de la vía, considerando el ancho adecuado para el diseño de la carretera, y las obras de arte como los drenajes; realizar la nivelación de la vía; realizar el levantamiento topográfico de las obras de arte; y posteriormente, integrar la información recopilada en campo para el diseño geométrica del tramo de la carretera, según normativa a través del Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

El diseño geométrico de carreteras es un aspecto importante para la óptima funcionalidad de la misma, reduciendo así los índices de accidentabilidad vehicular que se podrían generar. A través de este diseño se busca considerar la seguridad vial, tomando en cuenta las características como velocidades de operación, condiciones del pavimento, tipo de vehículos, frecuencia de transitabilidad vehicular, entre otros (García & Delgado, 2015). El Índice Medio Diario Anual (IMDA) muestra el promedio de los volúmenes de tránsito diario en una carretera, y es una información cuantitativa que permite realizar estimaciones necesarias para el diseño de la vía (Zárate B. , 2016).

Los valores del Índice Medio Diario anual, permite al proyectista ³⁰ la información necesaria para el diseño de la carretera, la planificación, proyección y determinación de usos de la vía. Este índice se determina mediante el conteo vehicular, clasificación de los vehículos y la tasa de crecimiento anual del parque automotor (MTC, 2018).

El crecimiento de tránsito ³ es una constante que se debe tener en cuenta al momento de realizar el diseño de la vida útil del proyecto vial, por ello requiere una evaluación detallada de algunos parámetros como el volumen de tráfico, patrones y demandas (MTC, 2018).

Tabla N° 2

Clasificación por tipo de vehículo

| Categoría | Clase | Descripción |
|--------------------|-------|--|
| Categoría L | L1 | Ruedas: 02, velocidad máx. 50 km/h |
| | L2 | Ruedas: 03, velocidad máx. 50 km/h |
| | L3 | Ruedas: 02, velocidad mayor a 50 km/h |
| | L4 | Ruedas: 03 asimétricas, velocidad mayor a 50 km/h |
| | L5 | Ruedas: 03 simétricas, velocidad mayor a 50 km/h |
| Categoría M | M1 | Menor a 8 asientos |
| | M2 | Mayor de 8 asientos como máx. 5 tn |
| | M3 | Mayor a 8 asientos con más de 5 tn |
| Categoría N | N1 | Peso bruto menor a 3.5 tn |
| | N2 | Peso bruto mayor a 3.5 tn y menor a 12 tn |
| | N3 | Peso bruto mayor a 12 tn |
| Categoría O | O1 | Remolques de peso bruto menor a 0.75 tn |
| | O2 | Remolques de peso bruto mayor a 0.75 tn hasta 3.5 tn |
| | O3 | Remolques de peso bruto mayor a 3.5 tn hasta 10 tn |
| | O4 | Remolques de peso bruto mayor a 10 tn |
| Categoría S | SA | Casas rodantes |
| | SB | Vehículos blindados |
| | SC | Ambulancias |
| | SD | Vehículos funerarios |

¹ Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

El diseño de una vía a futura contempla una duración aproximada de 20 años, sin embargo, se debe tener en cuenta que existe vehículos con pasajeros y con carga, por lo que la tasa de crecimiento variara según la economía del sector donde se realizara el proyecto.

Para determinar la demanda de tránsito, el MTC plantea la siguiente formula:

$$P_f = P_o(1 + T_c)^n$$

Donde:

Pf: Transito final

Po: Transito inicial

Tc: Tasa de crecimiento anual, n: Año a estimarse

La Velocidad de Diseño (VD) es el principal factor en el diseño de carreteras lo cual garantiza la seguridad vial de los usuarios. Por ello, a lo largo de la carretera, la velocidad de diseño debe ser adaptable para los conductores y no generar cambios bruscos durante su trayectoria. Durante la elaboración del proyecto vial, es necesario considerar las condiciones topográficas para determinar la homogeneidad de los tramos, para así poder asignar una velocidad adecuada (MTC, 2018).

Según el MTC, se debe tomar en cuenta que para una longitud de 3km, la velocidad de diseño asignada debe ser de 20 a 50 km/m, para tramos de 4 km las velocidades son de 60 a 120 km/h y para los tramos adyacentes, la velocidad no debe superar los 20 km/h.

La Distancia de Visibilidad (DV) está referido a longitud vial visible en el cual el conductor puede realizar maniobras, como paradas, adelantamiento o cruces a otra vía.

Para la distancia de visibilidad de parada se debe considerar que la distancia de visibilidad debe ser mayor a la distancia de visibilidad de parada; así mismo se debe considerar factores como pavimentos húmedos, velocidad de trayectoria, tiempo de percepción entre otros. Para el diseño vial, también se considera la visibilidad de adelantamiento, esto permitirá al conductor adelantar a otro vehículo el cual circula a una velocidad menor, asegurando la comodidad y seguridad en el trayecto; sin embargo, este tipo de distancia de paso solo se considera para

carretera de doble carril. Finalmente, se considera la visibilidad de cruce, que es importante en intersecciones de dos vías, considerando la distancia mínima en función de la velocidad de los vehículos, tiempo de percepción y reacción, y el frenado (MTC, 2018).

Tabla N° 3

Velocidad de diseño para tramos homogéneos

³
Velocidad de diseño -Tramo homogéneo VTR (km/h)

| Clasificación | Orografía | Velocidad de diseño -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 | | | | | | | | | | | | |

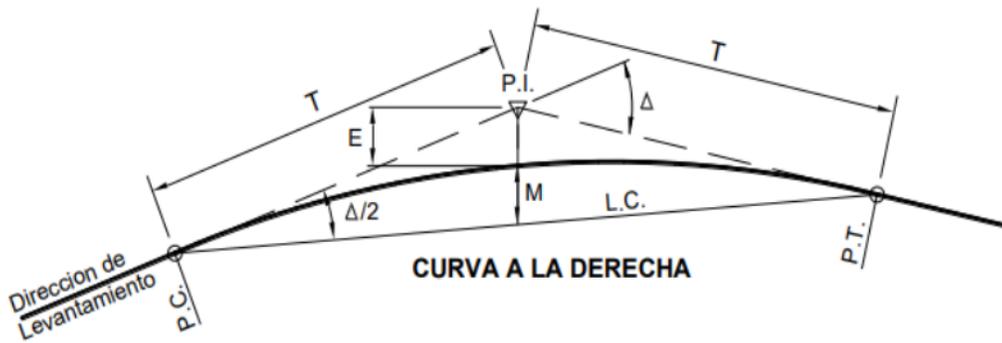
¹
Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Las curvas circulares se forman de la proyección horizontal de las tangentes. Para determinar esta curvatura horizontal se debe considerar información de la longitud de curva, peralte, ángulo de deflexión, sobre ancho, longitud del radio de la curva, punto de tangencia (Bostone, 2022).

Los radios mínimos de las curvas circulares son recorridos sin riesgo con la velocidad de diseño y peralte máximo, garantizando la comodidad y seguridad del conductor.

Figura N° 1

Diseño de la curva circular



- | | |
|--|------------------------------------|
| P.C. = Punto de Inicio de la Curva | |
| P.I. = Punto de Intersección | |
| P.T. = Punto de Tangencia | |
| E = Distancia a Externa (m.) | $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$ |
| M = Distancia de la Ordenada Media (m.) | $L.C. = 2 R \sin \frac{\Delta}{2}$ |
| R = Longitud del Radio de la Curva (m.) | $L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$ |
| T = Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m.) | $M = R[1 - \cos(\Delta/2)]$ |
| L = Longitud de la Curva (m.) | $E = R[\sec(\Delta/2) - 1]$ |
| L.C. = Longitud de la Cuerda (m.) | |
| Δ = Angulo de Deflexión | |

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

El Alineamiento vertical consta de una serie de rectas tangentes a las curvas parabólicas verticales, las cuales en kilometraje en positivas implican un aumento de cotas y viceversa (Dilip, 2015). Dentro de las principales características para el alineamiento vertical se encuentra el relieve del terreno, alineamiento horizontal, distancias de visibilidad, velocidad de diseño, seguridad vial, entre otros

En lo que respecta a la pendiente mínima es de 0.5%, sin embargo, si la calzada posee un bombeo de 2% y no posee bermas se considera una pendiente de 0.2%, mientras si existen bermas entonces la pendiente mínima será de 0.5%. mientras tanto la pendiente máxima en

zonas mayor a 3000msnm los valores se trabaja en base a lo indicado en el Manual de Diseño Geométrico (MTC, 2018).

Por otro lado, el Diseño de Afirmado (DA) es precisamente para carreteras no pavimentadas las cuales presentan un bajo volumen de tránsito y el número de repeticiones de ejes no supera los 300000 EE en 10 años, dentro de este tipo de carreteras se pueden encontrar a los siguientes:

- Carreteras con suelo natural, los cuales son mejorados con grava por zarandeo y finos.
- Carreteras gravosas con revestimiento con material natural a un espesor máximo de 75mm.
- Carreteras afirmadas revestido con materiales de cantera como piedra, arena y finos, cumpliendo especificaciones técnicas hasta un espesor de 25mm
- Carreteras tratadas con materiales industriales como cloruros, aditivos, productos asfálticos, cemento, cal, entre otros; lo cual mejoran la estabilidad de la carretera.

Para determinar el espesor del afirmado se emplea la ecuación NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities), en función de información técnica del suelo como el CBR y la carga actuante sobre el afirmado (NAASRA, 2016).

$$e = (219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2) * \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

e: Espesor de la capa de afirmado mm

CBR: valor del CBR de la subrasante

Nrep: Numero de repeticiones para la vía de diseño

El estudio geológico proporciona información física y mecánica de las propiedades del suelo, tales como su granulometría, densidad y humedad, para el adecuado análisis y diseño de taludes en carreteras, y así prevenir riesgos como hundimiento y otros causados por deslizamiento o rotura de taludes (AASHTO M 145, 2017). La evaluación de factores geológicos comprende a la geomorfología, petrografía, estratigrafía, entre otros (Méndez, 2018).

¹ En carreteras de bajo volumen de tránsito, el estudio de suelos, también permitirá brindar información de las características geológicas del tramo y de las canteras de donde se obtendrán materiales, en base a la estratigrafía de los suelos y el grado de sensibilidad (AASHTO, 1993). También es necesario determinar la geomorfología como terrazas fluviales, dunas, quebradas, pantanos, laderas entre otros, lo cual permitirá identificar los materiales del suelo como grava, arenas y arcillas (MTC, 2005).

La estabilidad de talud se determina en base a las características geológicas, siendo necesario la evaluación in situ a lo largo de la carretera de los taludes críticos e inestables. Los taludes de corte son necesarios realizar en rocas fijas, suelos consolidados, tierras sueltas y arenas sueltas; mientras que para el talud de relleno se requiere emplear materiales como rocas, suelo compactado y arena compactada (Marques, 2017).

Tabla N° 4

¹ *Número de calicatas para exploración de suelos*

| Tipo de carretera | Profundidad (m) | # de calicatas | Observación |
|--|-----------------|--|---|
| Autopista con IMDA mayor a 6000 veh/día | 1.50 | 2 carriles por sentido: 4calicatas por km 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km | Calicatas ubicadas longitudinalmente y de forma alternada |
| Carretera multicarril con IMDA entre 6000 y 4001 veh/día | 1.50 | 2 carriles por sentido: 4calicatas por km 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km | |
| Carretera primera clase con IMDA entre 4000 y 2001 veh/día | 1.50 | 4 calicatas por km | |
| Carretera segunda clase con IMDA entre 2000 y 401 veh/día | 1.50 | 3 calicatas por km | |
| Carretera segunda clase con IMDA entre 400 y 201 veh/día | 1.50 | 2 calicatas por km | |
| Carretera de bajo volumen con IMDA menor a 200 veh/día | 1.50 | 1 calicatas por km | |

⁴ Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos, 2015)

Para el muestreo de suelos, en lo normativa peruana se emplea la ASTM D420-69 o el AASHTO, las cuales proporcionan procedimientos para recolectar muestras de suelo y su posterior análisis (Petros & Sivaneswaran, 2013). La cantidad de calicatas en el tramo de la vía dependerá del tipo de suelo y la topografía, la distancia de calicatas puede variar de 250 a 2000 m, depende de sus características (MTC, 2016).

Respecto al estudio hidráulico e hidrológico, en el Perú existe una gran diversidad climática, con presencia de agrestes temperaturas y precipitaciones durante el año, lo cual influyen directamente en el diseño y operación de las carreteras en sus diferentes niveles. En las regiones áridas las temperaturas suelen ser muy altas lo cual generan impactos negativos en los pavimentos como el fraccionamiento del material, mientras que las precipitaciones generan hundimientos y deslizamiento de las carreteras (Gensel, 2015).

La temperatura es un criterio importante en proyectos de carreteras, debido a su presencia extremas en forma de heladas y temperaturas cercanos a los 40° C generando problemas como el agrietamiento de pavimentos por fatiga (Villasenor, 2016). Así mismo, otro factor es la precipitación que principalmente afecta a los caminos vecinales afirmados, causando desgaste en las capas granulares generando erosión a lo largo de la vía; por ello, es necesario las obras de arte como los sistemas de drenaje en las carreteras (MTC, 2015).

Tabla N° 5

Tipo de cemento asfáltico según temperatura

| Temperatura Media Anual | | | |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 24 ° C ó mas | 24 ° C - 15 ° C | 15 ° C - 5 ° C | Menor a 5 ° C |
| 40-50 | 60-70 | 85 – 100 | Asfaltado modificado |
| 60-70 | | 120- 150 | |

4

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos, 2015)

Para obtener información confiable de estos dos criterios climáticos (precipitación y temperatura), se recurre a entidades nacionales como el SENAMHI, donde se registran datos históricos y a tiempo real. Según el AASHTO, mientras más precisas sean los datos, se permitirá plantear diseños viales que lleguen a 50 años de vida útil (Yepes, 2017).

El drenaje está referido al sistema con la finalidad de preservar la estabilidad de la plataforma de la carretera y la conducción del agua a través conductos naturales o construidos (Guerra & Ramos, 2020). Por ello, para el análisis y diseño de sistema de drenaje se debe considerar que las carreteras no deben ubicarse en terrenos húmedos o pantanosos, evitar mantener cercanía con infraestructuras como reservorios y cursos de agua, mantener taludes máximos, conservar los drenajes naturales, evitar la velocidad erosiva del agua y proteger las carretera o vías vecinales

El drenaje superficial está referido a la recolección, canalización y evacuación del agua para evitar la cercanía a la capa de rodadura de la carretera. El adecuado diseño de drenaje debe cumplir un adecuado análisis técnico, considerando criterios de clima, topografía y velocidad del agua. Así mismo, los elementos del drenaje superficial no deben ser afectado por procesos como la erosión y la sedimentación, manteniendo un borde libre mínimo de 0.10 m (Porrás & Romero, 2021).

El periodo de retorno se define así a la probabilidad o riesgo de que un fenómeno se produzca después de un periodo y esta relación con una frecuencia histórica (Hallack & Mungaray, 2018). En el diseño de carreteras es importante tomar en cuenta la precipitación, debido a que es uno de los que afecta directamente la integridad física de las vías, como el caso del fenómeno El Niño, es cual se presenta con altos niveles de generando destrozos durante su trayecto.

Según el Manual Hidrología, Hidráulica y Drenaje los ⁸ periodos de retorno no deben ser inferiores a 10 años para las cunetas y alcantarillado de alivio; para las alcantarillas de paso se ⁵ debe considerar un retorno de 50 años; y finalmente para proyectos de puentes y pontones el periodo de retorno no debe ser inferior a 100 años (MTC, 2014).

Tabla N° 6⁸

Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para periodos de retorno

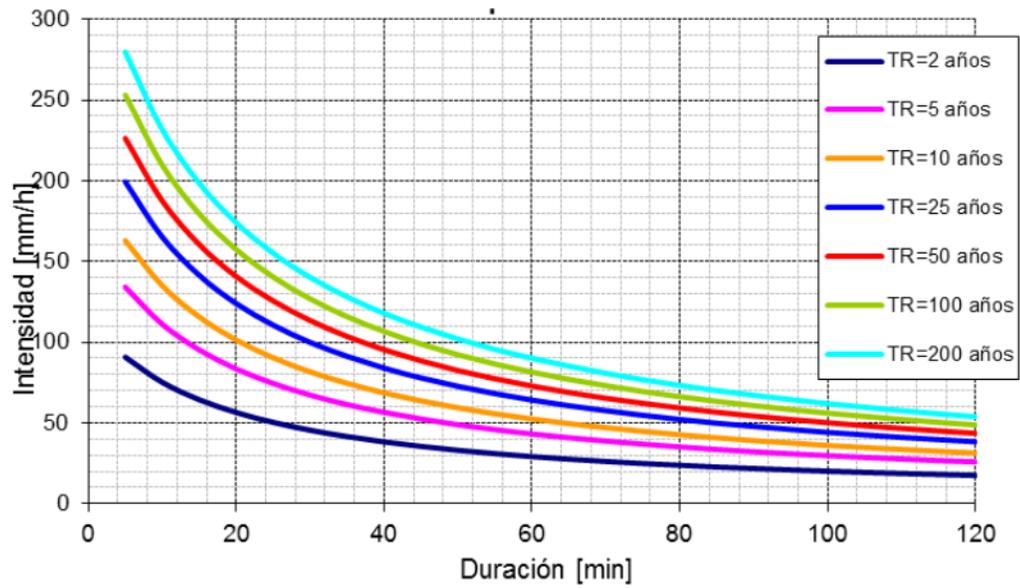
| Periodo de retorno (años) | Años de vida útil | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 20 | 25 | 50 | 100 |
| 10 | 65.13% | 87.84% | 92.82% | 99.48% | 99.99% |
| 15 | 49.84% | 74.84% | 82.18% | 96.82% | 99.90% |
| 20 | 40.13% | 64.15% | 72.26% | 92.31% | 99.41% |
| 25 | 33.52% | 55.80% | 63.96% | 87.01% | 98.31% |
| 50 | 18.29% | 33.24% | 39.65% | 63.58% | 86.74% |
| 100 | 9.56% | 18.21% | 22.22% | 39.50% | 63.40% |
| 500 | 1.98% | 3.92% | 4.88% | 9.3% | 18.14% |
| 1000 | 1.00% | 1.98% | 2.47% | 4.88% | 9.52% |
| 10000 | 0.10% | 0.20% | 0.25% | 0.50% | 0.75% |

Fuente: (MTC, R.D N° 084-2005-MTC. Manual para el diseño de caminos no paviementados de bajo volumen de tránsito., 2005)¹⁴

El gráfico de la curva intensidad, duración y frecuencia, relaciona los factores de intensidad, duración y frecuencia de la lluvia. La intensidad es la profundidad de la duración de la lluvia expresado en mm/h, la frecuencia está referido al intervalo de tiempo promedio entre eventos de lluvia, y finalmente la duración es el parámetro que define la duración de las precipitaciones o el tiempo de concentración para un área de drenaje (MTC, 2014).³⁷

Figura N° 2

Curva Intensidad-Duración-Frecuencia



Fuente: (MTC, Manual Hidrología y Drenaje. RD N°20-2011 MTC/14, 2014)

Tabla N° 7

30
Ubicación de la estación meteorológica de la zona de estudio

| Estación | Distrito | Provincia | Región |
|----------|----------|-----------|--------|
| Recuay | Recuay | Recuay | Ancash |

Fuente: SENAHMI, estación Recuay

34 II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Un tipo de investigación descriptivo busca analizar las propiedades de cualquier fenómeno en un determinado alcance temporal y espacial (Hernández & Baptista, 2011). Para esta investigación se consideró un tipo descriptivo, porque se evaluaron características técnicas del mejoramiento a nivel afirmado de una vía vecinal con un alcance espacial definido por el tramo Shancayán - Las Lomas, y un alcance temporal durante el año 2022.

Un enfoque cuantitativo permite realizar la medición de las variables, y los resultados obtenidos son sometidos a tratamientos estadísticos (Moller, 2018). Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo debido a que se obtuvieron resultados numéricos de la estimación de los diferentes indicadores de la variable, y posteriormente se realizó el tratamiento estadístico.

34 2.2. Diseño de investigación

Uno de los diseños de investigación es el no experimental, el cual no presenta manipulación de sus variables, y principalmente se basa en la observación basada en conceptos, sucesos, datos, información, entre otros (Zerpa, 2015). Este trabajo académico presenta un diseño de investigación no experimental, porque la variable se analizó con la técnica de observación, análisis de laboratorio y recolección de información, sin alteración y correlación de variables.

21 2.3. Población, muestra y muestreo

Población: La vía vecinal Shancayán – Las Lomas y su área de influencia

Muestra: La vía vecinal Shancayán – Las Lomas y su área de influencia

Muestreo: No probabilístico-muestreo por conveniencia

² 2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Técnicas:

Observación, Análisis de laboratorio, Análisis topográfico y Recolección de información.

Instrumentos:

Fichas de recolección de datos, reportes de laboratorio, formatos topográficos de campo, normas técnicas peruanas.

¹ 2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Se empleó la técnica de la estadística descriptiva para la generación de resultados a través de gráficos y tablas.

2.6. Aspectos éticos en investigación

Protección a las personas: la presente investigación cumplió con el respeto a la identidad, la diversidad y la privacidad de las personas.

Libre participación y derecho a estar informado: A través de los lineamientos de investigación, la universidad propone temas de importancia relacionado a la carrera de ingeniería civil.

Beneficencia no maleficencia: A través de esta investigación el investigador el investigador buscó bienestar y beneficios para la población.

Justicia: Los resultados generados en esta investigación fueron en base a la equidad y la justicia.

Integridad científica: Los procesos antes, durante y después de la investigación es facilitada a las personas pertinentes, así como los resultados y sugerencias.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio topográfico

Generalidades:

El estudio topográfico permitió obtener información sobre las características físicas del terreno en estudio. Así mismo, esta representación gráfica permitió obtener las distancias horizontales y las cotas mediante curvas de nivel.

Para este proyecto, la georreferenciación sea realizó mediante coordenadas UTM. Los puntos seleccionados longitudinalmente sobre la vía estuvieron cercanos y accesibles para evitar tener inconvenientes con el tráfico vehicular y otras construcciones.

Ubicación

El tramo del camino vecinal Shancayán- Las lomas ² se encuentra ubicado en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash.

Se realizó ¹ el reconocimiento del terreno empezando en el principio del tramo en el sector Shancayán, a lo largo del trayecto se observó pendientes de mínimas a moderadas, lo cual facilitó el trabajo en campo.

Objetivo

Realizar el estudio topográfico para el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, ² distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

Metodología

¹ La metodología para este trabajo estudio de tráfico y diseño geométrico, fue en base al Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Dentro de los recursos y materiales utilizados fueron:

- Topógrafo
- Tesista
- Estación total
- Gps
- Prismas topográficos
- Trípode estación total
- Jalones
- Wincha
- Camioneta

Procedimiento

En campo

- La recopilación de información en campo permitirá tener confiabilidad de los resultados que posteriormente se procesaran en gabinete.
- Para efectuar el levantamiento topográfico se empleó la estación total, prisma y GPS.
- Se hizo el recorrido de la carretera, donde las mediciones del eje se hizo cada 20 m en tramos sin curvatura; y en los lugares con curvas la medición se realizó cada 10 m.
- La altura del prisma fue de 1.50 m
- El trabajo de levantamiento topográfico tuvo una duración de 02 días, donde se realizó las mediciones del eje de vía, bordes de la trocha, así como los componentes del proyecto.
- Los puntos de estación se emplearon para el replanteo, para tener continuidad en la toma de puntos por motivos de falta de alcance. Estos puntos se referenciaron con el GPS, con marcas en el suelo para su posterior utilización como referencia.

En Gabinete

- Los datos obtenidos en campo con la estación total se almacenaron en su memoria informática, lo cual se descargan en el software Excel.

- Para los trabajos en gabinete se empleó el software Civil 3D, mediante el cual se realizó el tratamiento y análisis de los datos; los cuales se expresaron en planos.
- Las curvas de nivel se consideraron cada 5m.
- Los resultados se detallan en el Anexo 8.

Resultados

36 En la tabla 8 se presenta las coordenadas y cotas de los componentes identificados en la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash.

Tabla N° 8

Resultados de componentes identificados en el camino vecinal

| Componentes identificados en el camino vecinal | | | | |
|--|-----------|------------|---------|-----------------------|
| N° | Este | Norte | Altitud | Descripción |
| 1 | 222742.07 | 8947727.19 | 3137.84 | Estación 2 |
| 2 | 222762.45 | 8947656.66 | 3136.47 | Baden |
| 3 | 222752.56 | 8947695.90 | 3137.94 | Curva |
| 4 | 222737.44 | 8947719.96 | 3137.68 | Estación 2 |
| 5 | 222715.40 | 8947759.09 | 3136.73 | Cuneta |
| 6 | 222685.26 | 8947775.37 | 3137.13 | Curva |
| 7 | 222679.76 | 8947779.07 | 3137.28 | Riachuelo |
| 8 | 222725.68 | 8947747.43 | 3137.00 | Estación 3 |
| 9 | 222659.95 | 8947804.64 | 3139.35 | Talud |
| 10 | 222682.00 | 8947783.00 | 3137.00 | calicata 01 |
| 11 | 222663.96 | 8947795.00 | 3138.58 | Estación 4 |
| 12 | 222661.34 | 8947891.51 | 3144.05 | Curva |
| 13 | 222673.52 | 8947917.49 | 3142.17 | Pendiente pronunciada |
| 14 | 222675.89 | 8947928.07 | 3142.11 | Estación 5 |
| 15 | 222662.71 | 8947937.44 | 3140.59 | Curva |
| 16 | 222653.54 | 8947960.61 | 3138.11 | Cuneta |
| 17 | 222638.68 | 8947989.00 | 3135.57 | Estación 6 |
| 18 | 222654.61 | 8948022.67 | 3133.49 | Cruce |

| | | | | |
|----|-----------|------------|---------|---------------|
| 19 | 222650.79 | 8948053.99 | 3133.90 | Estación 7 |
| 20 | 222628.44 | 8948098.23 | 3133.12 | Curva |
| 21 | 222637.44 | 8948140.77 | 3134.24 | Estación 8 |
| 22 | 222619.70 | 8948183.19 | 3136.21 | Curva |
| 23 | 222595.74 | 8948217.77 | 3137.35 | Talud |
| 24 | 222586.44 | 8948251.91 | 3139.01 | Estación 9 |
| 25 | 222582.99 | 8948285.48 | 3141.25 | Curva |
| 26 | 222579.15 | 8948322.94 | 3141.20 | Estación 10 |
| 27 | 222594.10 | 8948349.99 | 3140.67 | Cuneta |
| 28 | 222639.45 | 8948394.08 | 3142.45 | Cuneta |
| 29 | 222623.56 | 8948397.95 | 3141.45 | Estación 11 |
| 30 | 222732.73 | 8948426.69 | 3145.79 | Via Angosta |
| 31 | 222774.05 | 8948450.55 | 3146.84 | Estación 12 |
| 32 | 222848.17 | 8948468.09 | 3148.56 | Cruce |
| 33 | 223036.00 | 8948471.00 | 3146.00 | Calicata 02 |
| 34 | 222883.55 | 8948475.48 | 3150.23 | Estación 13 |
| 35 | 222930.34 | 8948467.24 | 3151.32 | Curva |
| 36 | 223046.91 | 8948465.32 | 3153.78 | Estación 14 |
| 37 | 223078.94 | 8948419.98 | 3154.80 | Cuneta |
| 38 | 223117.47 | 8948366.38 | 3157.56 | Estación 15 |
| 39 | 223130.89 | 8948343.86 | 3157.69 | Curva |
| 40 | 223153.90 | 8948298.98 | 3157.60 | Estación 16 |
| 41 | 223178.62 | 8948266.86 | 3157.30 | Curva |
| 42 | 223270.29 | 8948200.87 | 3157.71 | Estación 17 |
| 43 | 223330.65 | 8948176.37 | 3158.50 | Cuneta |
| 44 | 223410.65 | 8948135.99 | 3159.18 | Estación 18 |
| 45 | 223492.26 | 8948117.18 | 3159.53 | Cuneta |
| 46 | 223560.36 | 8948098.31 | 3159.78 | Estación 19 |
| 47 | 223654.31 | 8948061.60 | 3160.45 | Curva |
| 48 | 223798.48 | 8947999.46 | 3161.63 | Estación 20 |
| 49 | 223818.93 | 8947985.66 | 3162.15 | Curva |
| 50 | 223828.61 | 8947982.12 | 3162.60 | Estación 21 |
| 51 | 223812.66 | 8947973.23 | 3162.65 | Fin de la vía |

3.2. Estudio de suelos

Generalidades:

Este estudio permitió determinar las características físicas y mecánicas del suelo del tramo del camino vecinal; así mismo, la evaluación de la fuente de material (cantera).

¹ Según el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito se requiere la topografía del área de estudio, unidades geomorfológicas, materiales constituyentes del suelo y la litología predominante.

Ubicación

El tramo del camino vecinal Shancayán- Las lomas ¹⁴ se encuentra ubicado en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash.

La ubicación de calicatas de suelos del tramo del camino vecinal Shancayán- Las Lomas (02 calicatas en la trocha), encuentran dentro del área del proyecto.

Objetivo

Realizar el estudio de suelos para el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, ² distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

Metodología

¹ La metodología para este trabajo estudio de suelos fue en base al Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos.

Dentro de los recursos y materiales utilizados fueron:

- Técnico de suelos
- Tesista

- Gps
- Bolsas
- Pico y lampa
- Wincha
- Camioneta

Procedimiento

- Se visualizó el tipo de geomorfología y litología característica de la zona de estudio.
- Se reconoció e inspeccionó el tramo el estudio para poder ubicar los 02 puntos en la misma vía; y 01 punto en la cantera donde se realizaron las calicatas.
- Se realizó las calicatas de las dimensiones 1.00 x 1.00 x 1.50, de las cuales se tomaron muestras de 25 kg aproximadamente, las cuales se recopilaron en unas bolsas y posteriormente enviados al laboratorio.
- En el laboratorio, el personal técnico fue el encargado de realizar el análisis granulométrico, humedad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, clasificación de suelos, y California Bearing Ratio (CBR).
- Los resultados se detallan en el Anexo 4.

Resultados

Para el desarrollo de este estudio se tomó en cuenta las indicaciones del manual de carreteras, mostrados en las siguientes tablas:

Tabla N° 9

Calicatas según tipo de carretera

| Tipo de carretera | Profundidad | Cantidad |
|--|--------------------|--------------------|
| Carreteras con IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada | 1.50 m | 01 calicata por km |

⁴ Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos, 2015)

Por ello se realizó un total de dos (02) calicatas a lo largo de tramo en estudio, con una profundidad de 1.5 m. Así mismo, se consideró dos (02) análisis de CBR los cuales se ejecutaron en las calicatas (C-1) y (C-2).

Tabla N° 10

Análisis de CBR según tipo de carretera

| Tipo de carretera | Cantidad mínima de calicatas |
|--|-------------------------------------|
| Carreteras con IMDA \leq 400 veh/día, de una calzada | 01 análisis de CBR cada 3km |

4

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos, 2015)

Las calicatas se ubicaron dentro del área de influencia de la vía, así mismo se describió las características geomorfológicas y litológicas, detalladas en la siguiente tabla:

Tabla N° 11

Ubicación de las calicatas de suelo en el camino vecinal

| Calicata | Coordenadas | | Profundidad | Descripción |
|-----------------|--------------------|----------|--------------------|---------------------------|
| | N | E | | |
| C-1 | 8947783 | 222682 | 1.5 m | En la progresiva 0+160 km |
| C-2 | 8948402 | 222648 | 1.5 m | En la progresiva 1+240 km |

7

A continuación, se presenta el resumen de los resultados de los análisis realizados en el laboratorio, de las dos (02) calicatas del tramo de la vía vecinal Shancayán-Las Lomas.

Tabla N° 12**18**
Resultados de los análisis de suelos de las calicatas C-1 y C-2

| Análisis | Unidad | C-1 | C-2 |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|
| Granulometría | | | |
| 3/8" | % | 64.0 | 64.9 |
| 1/4" | % | 60.3 | 59.4 |
| N° 4 | % | 58.0 | 54.1 |
| N° 10 | % | 54.1 | 51.9 |
| N° 40 | % | 50.1 | 46.0 |
| N° 60 | % | 48.5 | 43.8 |
| N° 200 | % | 46.1 | 40.7 |
| Contenido de humedad | % | 12.5 | 10.1 |
| Limite liquido | % | 31 | 32 |
| Limite plástico | % | 19 | 21 |
| Índice plástico | % | 12 | 11 |
| Clasificación SUCS | | SC | SC |
| CBR | | | |
| Máxima Densidad | gr/cm3 | 1.976 | 1.989 |
| Optimo contenido de humedad | % | 9.8 | 9.0 |
| CBR al 100% | % | 25 | 22 |
| CBR al 95% | % | 19.2 | 18.7 |

A partir de los resultados de la tabla 12, se realiza la descripción de la información analizada en cada calicata:

Calicata 01: Según la clasificación SUCS corresponde a un tipo SC que se describen como arenas arcillosas mezcla de arenas gruesa y arcillas con grava. El 46.1 % pasa por la malla N° 200, con un límite plástico de 21%, límite líquido de 31%, un índice plástico de 12% y un contenido de humedad del 12.5%. En cuanto al CBR, se determinó una máxima densidad de 1.976 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 9.8%. Finalmente, un CBR al 95% de 19.2% y un CBR al 100 % de 25%.

Calicata 02: Según la clasificación SUCS corresponde a un tipo SC que se describen como arenas arcillosas mezcla de arenas gruesa y arcillas con grava. El 40.7 % pasa por la malla N° 200, con un límite plástico de 19%, límite líquido de 32%, un índice plástico de 11% y un contenido de humedad del 10.1%. En cuanto al CBR, se determinó una máxima densidad de 1.989 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 9.0%. Finalmente, un CBR al 95% de 18.7 % y un CBR al 100 % de 22%.

En la tabla 13 se presenta los datos comparativos de los CBR al 100% determinados en las calicatas C-01 y C-02, en el tramo de la vía vecinal Shancayán-Las Lomas.

Tabla N° 13

Resultados de California Bearing Ratio (CBR)

| California Bearing Ratio (CBR) | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| Calicata | C-01 | C-02 |
| CBR al 100% de máxima densidad seca | 25 | 22 |

Figura N° 4

Resultados de CBR en las calicatas C-01 y C-02

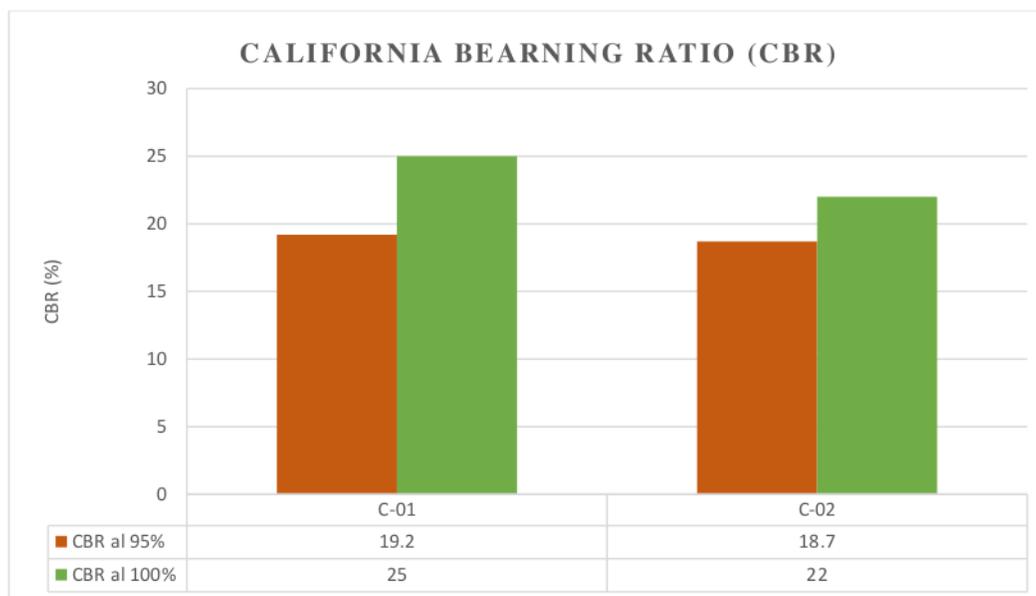


Tabla N° 14

CBR según categoría de subrasante

| Categorías de subrasante | CBR |
|---------------------------|--------------------------|
| S0: subrasante inadecuada | CBR < 3% |
| S1: Subrasante pobre | De CBR ≥ 3% a CBR < 6% |
| S2: Subrasante regular | De CBR ≥ 6% a CBR < 10% |
| S3: Subrasante buena | De CBR ≥ 10% a CBR < 20% |
| S4: Subrasante muy buena | De CBR ≥ 20% a CBR < 30% |
| S5: Subrasante excelente | CBR ≥ 30% |

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos, 2015)

Cantera

La fuente de material (cantera) que se consideró para el proyecto mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, está ubicado a 2 km del tramo de estudio. Se eligió este lugar, porque cumple con las características físicas y mecánicas para ser utilizado en el afirmado; así mismo se consideró la cercanía para minimizar costos en el transporte del material.

La cantera se encuentra dentro ⁴¹ del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Las ²⁰ coordenadas UTM correspondiente a la cantera es la siguiente:

Este: 222784

Norte: 8948716

Altitud: 3210

Fuente de agua:

La fuente de agua que se consideró ² para el desarrollo de este proyecto mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, es del río Casca.

El río Casca se encuentra ubicado hidrográficamente en la microcuenca Casca; y políticamente ² en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Las coordenadas UTM correspondiente a la fuente de agua es la siguiente:

Este: 223406

Norte: 8948451

Altitud: 3216

Esta fuente de agua se encuentra a 1.5 km del tramo Shancayán-Las Lomas, con cantidad necesaria para el desarrollo del proyecto.

3.3. Estudio tráfico y diseño geométrico

Generalidades:

El manual de carreteras: Diseño Geométrico, presenta los detalles técnicos y procedimientos a considerar durante el diseño de carreteras en los niveles nacional, regional y local, de acuerdo a los parámetros o características físicas que se obtienen en campo.

Este manual de acuerdo a las constantes innovaciones tecnológicas presenta la versión DG-2018, donde se actualiza algunas normativas que tuvieron algún tipo de reforma. Así mismo el ente rector, ¹ Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es la encargada de comunicar oportunamente las actualizaciones y/o modificaciones las cuales pudieran tener los reglamentos.

Ubicación

El tramo del camino vecinal Shancayán- Las lomas ¹⁴ se encuentra ubicado en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash.

La ubicación del punto estratégico para el estudio tráfico, fue en la progresiva 01+120 km del tramo del camino vecinal Shancayán- Las Lomas.

Objetivo

Realizar el estudio de tráfico y ⁴ diseño geométrico para el mejoramiento a nivel afirmado de la vía ² vecinal del Tramo Shancayán-Las Lomas, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

Metodología

¹ La metodología para este trabajo estudio de tráfico y diseño geométrico, fue en base al Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Procedimiento

El procedimiento para el estudio de tráfico y diseño geométrico, se hizo siguiendo los ítems del Manual ¹ para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Resultados

El conteo vehicular se realizó en un punto estratégico de la vía vecinal Shancayán - Las Lomas. Esta actividad se llevó a cabo durante los siete (07) días de la semana, iniciando el día 16 de enero al 22 de enero del 2023. Para este conteo se consideraron los vehículos de tipo auto, camionetas (pick up y combi rural), micro y camión.

Estudio de tráfico

Tabla N° 15

Conteo Vehicular Ida

| Hora | Auto | Camionetas | | Micro | Camión | | total | % |
|------------------------------|---|---|---|---|--|---|---------------|--------|
| | | Pick up | Rural combi | | 2E | 3E | | |
| Diagrama de vehículos |  |  |  |  |  |  | | |
| 06 - 08 am | 25.00 | 11.00 | 37.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 73.00 | 11.624 |
| 08 - 10 am | 33.00 | 28.00 | 50.00 | 0.00 | 9.00 | 0.00 | 120.00 | 19.108 |
| 10 - 12 am | 42.00 | 18.00 | 53.00 | 0.00 | 14.00 | 0.00 | 127.00 | 20.223 |
| 12 - 02 pm | 34.00 | 29.00 | 47.00 | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 122.00 | 19.427 |
| 02 - 04 pm | 39.00 | 13.00 | 54.00 | 0.00 | 6.00 | 0.00 | 112.00 | 17.834 |
| 04 - 06 pm | 16.00 | 16.00 | 23.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 58.00 | 9.2357 |
| 06 - 08 pm | 3.00 | 0.00 | 13.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.00 | 2.5478 |
| Total | 192.00 | 115 | 277 | 0 | 44 | 0 | 628.00 | |
| % | 30.57 | 18.31 | 44.11 | 0.00 | 7.01 | 0.00 | 100.00 | |

Tabla N° 16

Conteo vehicular Vuelta

| Hora | Auto | Camionetas | | Micro | Camión | | Total | % |
|----------------------------------|---|---|---|---|--|---|---------------|--------|
| | | Pick up | rural combi | | 2E | 3E | | |
| Diagrama de vehículos |  |  |  |  |  |  | | |
| 06 - 08 am | 25.00 | 21.00 | 35.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 81.00 | 12.31 |
| 08 - 10 am | 28.00 | 17.00 | 55.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 103.00 | 15.653 |
| 10 - 12 am | 44.00 | 17.00 | 50.00 | 0.00 | 9.00 | 0.00 | 120.00 | 18.237 |
| 12 - 02 pm | 42.00 | 19.00 | 48.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 109.00 | 16.565 |
| 02 - 04 pm | 40.00 | 26.00 | 38.00 | 0.00 | 6.00 | 0.00 | 110.00 | 16.717 |
| 04 - 06 pm | 32.00 | 21.00 | 41.00 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 102.00 | 15.502 |
| 06 - 08 pm | 7.00 | 9.00 | 17.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 33.00 | 5.0152 |
| Total | 218.00 | 130 | 284 | 0 | 26.00 | 0.00 | 658.00 | |
| % | 33.13 | 19.76 | 43.16 | 0.00 | 3.95 | 0.00 | 100.00 | |

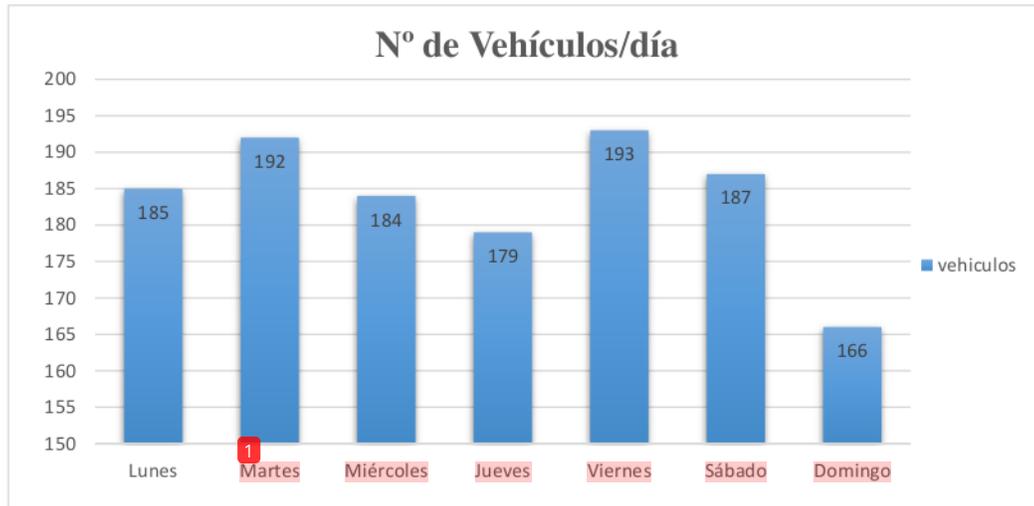
Tabla N° 17

Conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

| Tipo de Vehículo | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Automóvil | 68.00 | 71 | 49.00 | 46 | 55 | 54 | 67 |
| Camioneta | 27.00 | 33 | 35 | 34 | 45 | 37 | 34 |
| Combis | 80.00 | 77 | 88 | 85 | 85 | 87 | 59 |
| Camión 2E | 10.00 | 11 | 12 | 14.00 | 8 | 9 | 6 |
| Total | 185 | 192 | 184 | 179 | 193 | 187 | 166 |

Figura N° 5

Conteo vehicular diario



Para determinar el Índice Medio Diario (IMD), se emplea la siguiente fórmula:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Donde:

IMDS = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMDa = Índice Medio Anual

V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

Tabla N° 18*Factor de corrección promedio de una estación de peaje*

| Tipo de vehículo | Factor de corrección | Peaje |
|-------------------------|-----------------------------|--------------|
| Vehículos ligeros: | 0.09920000 | Peaje Catac |
| Vehículos pesados: | 0.05380000 | Peaje Catac |

*Fuente: Valores actualizados periódicamente por la OPMI-MTC***Tabla N° 19***Determinación del IMD*

| Tipo de Vehículo | Tráfico vehicular en un sentido por día | | | | | | | Total Semana | IMDs | FC | IMD | Distrib. (%) |
|-------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------------|-------------|-----------|------------|-------------------------|
| | L | M | M | J | V | S | D | | | | | |
| Automóvil | 68 | 71 | 49 | 46 | 55 | 54 | 67 | 410 | 59 | 0.0992 | 6 | 31.58 |
| Camioneta | 27 | 33 | 35 | 34 | 45 | 37 | 34 | 245 | 35 | 0.0992 | 4 | 21.05 |
| Combis | 80 | 77 | 88 | 85 | 85 | 87 | 59 | 561 | 80 | 0.0992 | 8 | 42.11 |
| Camión 2E | 10 | 11 | 12 | 14 | 8 | 9 | 6 | 70 | 10 | 0.0538 | 1 | 5.26 |
| TOTAL | 185 | 192 | 184 | 179 | 193 | 187 | 166 | 1286 | 184 | | 19 | 100 |

Análisis de la demanda actual

Tabla N° 20

Tráfico atraído por tipo de vehículo

| Tipo de Vehículo | IMD | Distribución (%) |
|------------------|-----------|------------------|
| Automóvil | 6 | 31.58 |
| Camioneta | 4 | 21.05 |
| Combis | 8 | 42.11 |
| Camión 2E | 1 | 5.26 |
| IMD | 19 | 100.00 |

Tabla N° 21

Tráfico actual en el camino vecinal

| Hora | Auto | Camionetas | | Micro | Camión | | Total |
|------------------------------|---|---|---|---|---|---|----------|
| | | Pick up | Rural combi | | 2E | 3E | |
| Diagrama de vehículos |  |  |  |  |  |  | |
| Total IMD | 410.00 | 245.00 | 561.00 | 0.00 | 70.00 | 0.00 | 1,286.00 |
| % | 31.88 | 19.05 | 43.62 | 0.00 | 5.44 | 0.00 | 100.00 |
| IMDS | 41.00 | 24.00 | 56.00 | 0.00 | 7.00 | 0.00 | 128.00 |
| IMDM | 4.00 | 2.00 | 6.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 13.00 |
| IMDA | 0.40 | 0.20 | 0.60 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 1.29 |
| % | 30.77% | 15.38% | 46.15% | 0.00% | 7.69% | 0.00% | 100.00% |

Tabla N° 22*Tráfico actual en el camino vecinal*

| | Tipo de Vehículo | IMDA | Distribución % |
|-------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|
| Vehículo Ligeros | Automóviles | 0.40 | 30.77% |
| | Camionetas | 0.20 | 15.38% |
| | Camionetas rurales | 0.60 | 46.15% |
| Vehículo Pesados | Ómnibus 2E | 0.00 | 0.00% |
| | Camiones 2E | 0.10 | 7.69% |
| | Camiones 3E | 0.00 | 0.00% |
| Total | | 1.29 | 100.00% |

Ejes Equivalentes²³

A continuación, se determina el cálculo de los ejes equivalentes:

Tabla N° 23*Estudio de conteo de tráfico vehicular*

| Vehículo | Autos | Camionetas | | Micro | Ómnibus | Camión | Camión |
|-----------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| | | Pick Up | Combi | | 2E | 2E | 3E |
| IMD | 9 | 4 | 4 | 0 | 0 | 7 | 0 |

Cálculo de EE:

$$EE \text{ día carril} = IMD_{pi} * F_d * F_c * F_{vp} * F_p$$

Por cada tipo de vehículo

IMD_{pi}: IMDA

F_d: Factor de dirección

F_c: Factor de carril

F_d*F_c: Carril de diseño

F_{vp}: Factor de vehículo pesado cuando se realiza un censo de cargas - EE -factor destructivo

F_p: Factor de presión de neumático

F_p: 1, para pavimento rígido norma

Variables de diseño:

Tabla N° 24

Período de análisis (años)

| 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: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Por ser un pavimento de bajo volumen de tráfico, se diseñó para un periodo de:

$$T = 20 \text{ años}$$

Para determinar el tráfico se empleó la siguiente fórmula:

$$W_{18} = D_D * D_L * W_{18}$$

DD = (Factor de distribución direccional)

$$DD = 0.50 \text{ (50 \%)}$$

DL = (Factor de distribución de carril)

Tabla N° 25

Tránsito futuro estimado (W18)

| ²³ 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 |

Para un carril en cada dirección, se tiene:

$$DL = 1.00 \quad (100 \%)$$

W^{18} = Unidades ESAL de 18 Kips acumulados, previstas para una sección específica en el periodo de análisis.

Del análisis de conteo:

Tabla N° 26

IMD determinado por cada vehículo

| Vehículos | Autos | Camionetas | | Micro | Ómnibus | Camión | Camión |
|------------|-------|------------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | | Pick Up | Combi | | | | |
| IMD | 6 | 4 | 8 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Tasa de crecimiento: T.C. = 2 %

Factor de Crecimiento: F.C. = 24.30

Tabla N° 27

ESAL de diseño total

| Tipo de vehículo | Trafico actual | Factor de crecimiento | Trafico de Diseño | Factor E:S:A:L | E:S:A:L de Diseño | Fd | Fc | Fp | EEcarril |
|----------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------|-------------------|------|------|-------|----------|
| | (A) | (B) | (C) | (D) | (E) Fvp | | | | |
| Autos | 3.000 | 24.30 | 26608.50 | 0.001 | 16.38 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 8.19 |
| Camionetas | Pick Up | 2.000 | 17739.00 | 0.001 | 10.92 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 5.46 |
| | Combi | 4.000 | 35478.00 | 0.001 | 21.84 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 10.92 |
| Micro | | 0.000 | 0.00 | 0.001 | 0.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| Ómnibus | 2E | 0.000 | 0.00 | 3.071 | 0.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| Camión | 2E | 0.500 | 4434.75 | 3.529 | 15650.05 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 7825.03 |
| Camión | 3E | 0.000 | 0.00 | 1.972 | 0.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| Todos los vehículos | 9.500 | | 84260.25 | | 15699.19 | | | Total | 70849.60 |
| | | | | | E:S:A:L | | | | |

Diseño geométrico

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, la vía vecinal Shancayán – Las Lomas se encuentra clasificado como carretera de tercera clase, con una orografía

accidentada. Para este trabajo, se asignara ⁴ una velocidad de diseño de 30 km/h.

Velocidad de diseño

Tabla N° 28

Velocidades de diseño para una carretera de tercera clase

| Clasificación | Orografía | ¹⁶ Velocidad de diseño -Tramo homogéneo VTR (km/h) | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
| Carretera de tercera clase | ³ Plano | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | |

¹ Fuente: (MTC, ¹ Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Para este trabajo, se asignó ⁴ una velocidad de diseño de 30 km/h, según se muestra en la Tabla 28.

Radios minimos

Para determinar los radios minimos se emplea la siguiente formula donde se presenta el menor recorrido posible en funcion a ³ la velocidad de diseño y la tasa maxima de peralte.

$$R_{Min} = \frac{V^2}{127(Pmax + Fmax)}$$

Donde:

R min= ⁶ Radio mínimo

V= Velocidad de diseño (km/h)

Pmax: Peralte máximo asociado a V

Fmax: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V

¹ Para este trabajo de tesis se utilizó los siguientes radios mínimos y peraltes máximos, según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Tabla N° 29

Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

| Ubicación de la vía | Velocidad de diseño | P máx. (%) | F máx. | Radio mínimo calc. (m) | Radio mínimo redon. (m) |
|--------------------------------------|---------------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|
| Área rural (accidentada o escarpada) | 30 | 12.00 | 0.17 | 24.4 | 25 |
| | 40 | 12.00 | 0.17 | 43.4 | 45 |
| | 50 | 12.00 | 0.16 | 70.3 | 70 |
| | 60 | 12.00 | 0.15 | 105.0 | 105 |
| | 80 | 12.00 | 0.14 | 148.4 | 150 |
| | ¹ 90 | 12.00 | 0.14 | 193.8 | 195 |

¹ Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Para esta investigación, según la tabla se utilizó un peralte máximo de 12% y un radio redondeado de 25m.

Anchos mínimos de calzada

En este trabajo académico, para la determinación de los anchos mínimos de la calzada en tangente se tomó en cuenta la orografía y la velocidad de diseño, según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Tabla N° 30

Anchos mínimos de calzada en tangente

| Clasificación | Carretera | | | |
|--------------------------------|---------------|---|-----|-----|
| Trafico vehículo/día | <400 | | | |
| Tipo | Tercera Clase | | | |
| Orografía | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Velocidad de diseño 30 km/h | | | 6.0 | 6.0 |

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Para este trabajo, para una velocidad de diseño de 30 km/h y considerando un tráfico menor a 400 veh/día, se determinó un ancho mínimo de calzada de 6m.

Distancia de visibilidad

Para determinar la distancia de visibilidad de pare, se empleó la velocidad de diseño de 30 km/h, según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Tabla N° 31

³ *Distancia de visibilidad de parada con pendiente*

| Velocidad de diseño (km/h) | Pendiente nula o en bajada | | | Pendiente en subida | | |
|----------------------------|----------------------------|----|----|---------------------|----|----|
| | 3% | 6% | 9% | 3% | 6% | 9% |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 19 | 18 | 18 |
| 30 | 35 | 35 | 35 | 31 | 30 | 29 |
| 40 | 50 | 50 | 53 | 45 | 44 | 43 |
| 50 | 66 | 70 | 74 | 61 | 59 | 58 |

¹ Fuente: (MTC, *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018*)

Para esta investigación, ⁴ la distancia de visibilidad de parada en bajada para una velocidad de diseño de 30 km/h, es de 35 m; mientras que para la visibilidad en subida para la misma velocidad de diseño comprende de 29 a 31 m.

Tabla N° 32

³ *Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento*

| Velocidad específica en la ²³ gente (km/h) | Velocidad de vehículo adelantado (km/h) | Velocidad de vehículo que adelanta (km/h) | Distancia de visibilidad mínima | |
|---|---|---|---------------------------------|------------|
| | | | calculada | redondeada |
| 20 | - | - | 130 | 130 |
| 30 | 29 | 44 | 200 | 200 |
| 40 | 36 | 51 | 266 | 270 |

³ Fuente: (MTC, *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018*)

Según la velocidad de diseño de 30 km/h, para esta investigación se consideró una distancia de visibilidad de adelantamiento de 200m.

Tramos en tangente

Para determinar los tramos en tangente, se empleó el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, donde se consideró una velocidad de diseño de 30 km/h.

Tabla N° 33

Tramos en tangente

| V (km/h) | L min.s (m) | L min.o (m) | Lmax (m) |
|----------|-------------|-------------|----------|
| 30 | 42 | 84 | 500 |
| 40 | 56 | 111 | 668 |
| 50 | 69 | 139 | 835 |

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Pendiente:

La pendiente mínima considerada para este trabajo de investigación es de 0.5%, con la finalidad de garantizar el adecuado drenaje de las aguas de precipitación y otros. Por otro lado, la pendiente máxima se consideró según Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Tabla N° 34

Pendiente máxima

| Clasificación | Carretera | | | |
|--------------------------------|---------------|---|-------|-------|
| Trafico vehículo/día | <400 | | | |
| Tipo | Tercera Clase | | | |
| Orografía | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Velocidad de diseño 30 km/h | 9.00 | | 10.00 | 10.00 |

Fuente: (MTC, ¹Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Tabla N° 35

Calzada de vía

| ¹ Clasificación | | Carretera | | | |
|----------------------------|---------|---------------|------|------|------|
| Trafico vehículo/día | | <400 | | | |
| Tipo | | Tercera Clase | | | |
| Orografía | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Velocidad de diseño | | | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 30 km/h | | | | |

Fuente: (MTC, ¹Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Bermas

Tabla N° 36

¹Ancho de bermas

| ¹ Clasificación | | Carretera | | | |
|----------------------------|---------|---------------|-----|-----|-----|
| Trafico vehículo/día | | <400 | | | |
| Tipo | | Tercera Clase | | | |
| Orografía | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Velocidad de diseño | 30 km/h | | 0.9 | 0.5 | 0.5 |

Fuente: (MTC, ¹Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Tabla N° 37

Inclinación de bermas

| Tipo de superficie | ²⁸ Inclinaciones transversales mínimas de las bermas | |
|--------------------|---|----------------------|
| | Inclinaciones normales (IN) | Inclinación especial |
| Grava o afirmado | 4% - 6% | 0% |

Fuente: (MTC, ¹Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Bombeo

Tabla N° 38

Inclinación de berma de calzado

| Tipo de superficie | Bombeo (%) | |
|------------------------|---------------|---------------|
| | Precipitación | Precipitación |
| | <500 mm/año | >500 mm/año |
| ¹⁶ afirmado | 3.0 – 3.5 | 3.0 – 4.0 |

¹Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Obras de drenaje

Principalmente la cuneta, que es ¹²una estructura cuya función es evacuar las aguas superficiales. Para este trabajo se utilizó el manual de diseño hidráulico y drenaje del Ministerio de Transportes.

Tabla N° 39

Ancho y profundidad de cuneta

| ²⁷ Región | Profundidad | Ancho |
|----------------------|-------------|-------|
| Seca | 0.20 | 0.50 |
| Lluviosa | 0.30 | 0.75 |
| Muy lluviosa | 0.50 | 1.00 |

¹Fuente: (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018)

Debido a que el tramo en estudio se encuentra en una zona lluviosa, se consideró una profundidad de 30 cm y un ancho de 75 cm de la cuneta.

Espesor de diseño

Para determinar el espesor del afirmado se empleó la ecuación ¹ NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities), en función de información técnica del suelo como el ¹ CBR y la carga actuante sobre el afirmado (MTC, Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos, 2015).

$$e = (219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2) * \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

e: Espesor de la capa de afirmado mm

CBR: valor del CBR de la subrasante

Nrep: Numero de repeticiones para la vía de diseño

Reemplazando los datos obtenidos:

CBR: 23.5 %

Nrep: 70849

$$e = (219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2) * \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

$$e = 231.84 \text{ mm}$$

$$e = 0.23 \text{ m}$$

3.4. Estudio hidrológico e hidráulico

Generalidades:

En los proyectos de carreteras es importante tener en cuenta el sistema de drenaje para preservar la superficie y plataforma de rodadura, así mismo optimizar las funciones de conducir el agua de precipitación o lluvias.

El MTC sugiere que durante el diseño de la carretera evitar localizar la vía en zonas húmedas, pantanosas o en zonas de huaycos, así como, en lo posible hacer la construcción de la carretera en lugares lejanos los reservorios o curso de agua, principalmente las que podrían generar erosión. Dentro de las consideraciones también es importante conservar en lo posible los máximos taludes y la vegetación existente

Ubicación

El tramo del camino vecinal Shancayán- Las lomas ² se encuentra ubicado en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash.

Objetivo

Realizar el estudio hidrológico e hidráulico para el mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, ² distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región de Ancash, 2022.

Metodología

La metodología para el estudio hidrológico e hidráulico, fue en base al ¹ Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Hidrología y Drenaje del MTC.

Procedimiento

- Recopilar información meteorológica de precipitación de fuente confiable para la evaluación hidrológica del proyecto.
- Determinar las precipitaciones máximas y calcular los periodos de retorno. Así mismo, evaluar la regresión y los indicadores de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) de las precipitaciones.
- Establecer criterios de las obras de drenaje según el Manual de Hidrología y Drenaje del MTC.

Resultados

Para el análisis hidrológico se consideró información de precipitación de la estación meteorológica del SENAHMI, ubicado en la provincia a de Recuay-Ancash.

Tabla N° 40

Estación meteorológica Recuay

| Estación | Distrito | Provincia | Región | Latitud | Longitud | Altitud | Periodo |
|----------|----------|-----------|--------|-----------|------------|---------|-----------|
| Recuay | Recuay | Recuay | Ancash | 7° 4' 49" | 79° 2' 26" | 3521 | 1964-2012 |

Fuente: SENAHMI, estación Recuay 1964-2012.

En la tabla 41 se presenta los datos de precipitación en la estación Recuay del periodo 1964-2012, los cuales son representativos para información de la zona del proyecto.

Tabla N° 41

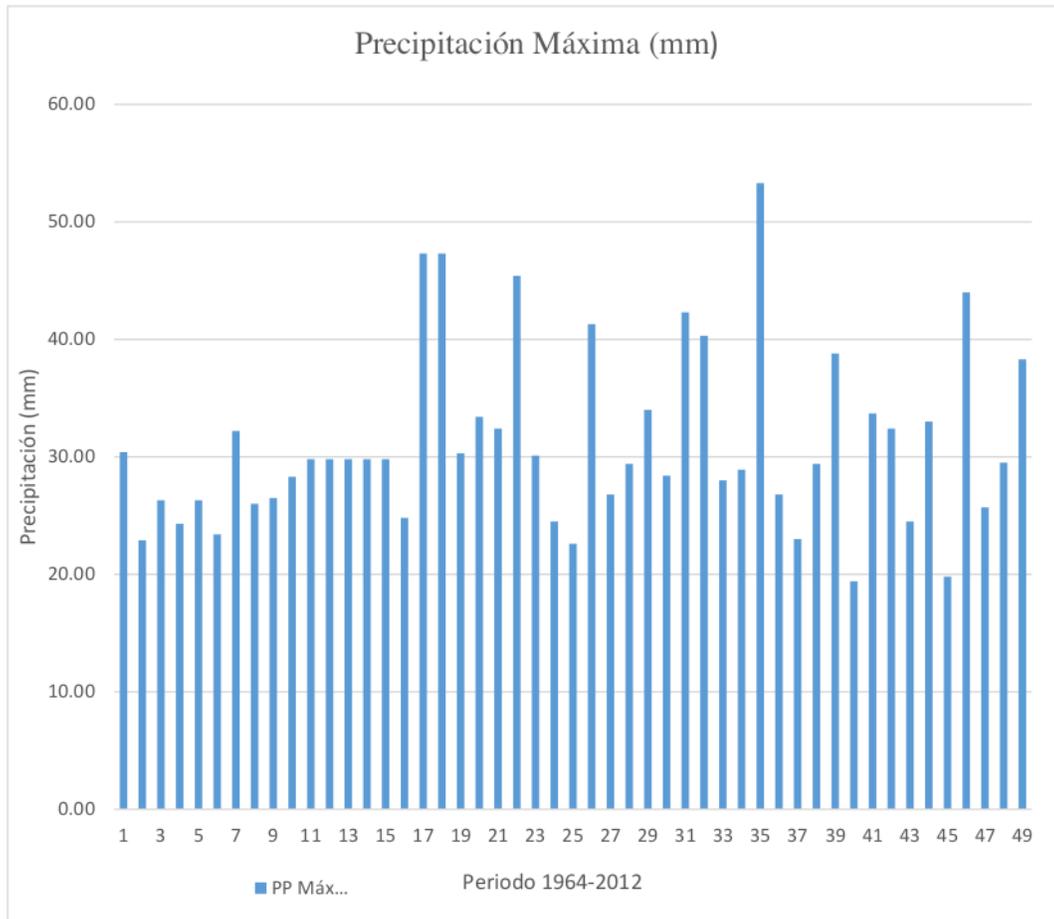
Información meteorológica de precipitación 1964-2012

| ¹⁸ Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Máx |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1964 | 0 | 18.2 | 27.6 | 12.7 | 30.4 | 16.2 | 9.6 | 24.7 | 13.2 | 19.4 | 8.1 | 10 | 30.40 |
| 1965 | 9.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 12.6 | 14.7 | 11.2 | 19.5 | 11.8 | 22.9 | 19.7 | 12.5 | 22.90 |
| 1966 | 7.5 | 2 | 10.6 | 2.9 | 17.5 | 17.1 | 13.2 | 12 | 18.1 | 26.3 | 18.4 | 9.6 | 26.30 |
| 1967 | 24.3 | 0 | 0 | 7.5 | 4.2 | 2 | 7 | 10.6 | 13.3 | 17.5 | 13.2 | 12 | 24.30 |
| 1968 | 18.1 | 26.3 | 18.4 | 9.6 | 24.3 | 0 | 0 | 7.5 | 4.2 | 21.4 | 14.6 | 4.7 | 26.30 |
| 1969 | 9 | 16.5 | 13.6 | 12.8 | 7.6 | 1 | 0.1 | 7.5 | 5.8 | 15.5 | 14.8 | 23.4 | 23.40 |
| 1970 | 31.8 | 11.2 | 17.3 | 25.7 | 11.8 | 5 | 0 | 8.2 | 13.4 | 19.2 | 32.2 | 29 | 32.20 |
| 1971 | 8.8 | 14 | 26 | 11.5 | 0 | 1.7 | 0 | 6.3 | 7.4 | 16.5 | 20 | 26 | 26.00 |
| 1972 | 14.2 | 22.7 | 26.5 | 8.8 | 8.7 | 0.1 | 0.1 | 7 | 0 | 6.1 | 12.3 | 17.5 | 26.50 |
| 1973 | 17.2 | 26.7 | 22.4 | 15 | 21 | 2.2 | 1.4 | 1.8 | 15.9 | 18.1 | 28.3 | 25.6 | 28.30 |
| 1974 | 24.6 | 14.5 | 17.7 | 11.3 | 1.8 | 15.3 | 20.1 | 12.6 | 16.6 | 29.8 | 12.1 | 16 | 29.80 |
| 1975 | 20.1 | 12.6 | 29.8 | 25.5 | 15.3 | 20.1 | 9 | 12.6 | 29.8 | 25.5 | 15.3 | 20.1 | 29.80 |
| 1976 | 6.2 | 12.6 | 29.8 | 12.7 | 15.3 | 20.1 | 12.2 | 16.6 | 29.8 | 12.1 | 15.3 | 20.1 | 29.80 |
| 1977 | 12.6 | 16.6 | 29.8 | 12.1 | 15.3 | 20.1 | 12.6 | 29.8 | 25.5 | 12.1 | 8.6 | 15.3 | 29.80 |
| 1978 | 20.1 | 12.2 | 16.6 | 29.8 | 12.1 | 3 | 0 | 0 | 5.2 | 7.2 | 2.3 | 13.9 | 29.80 |
| 1979 | 15 | 9.5 | 16.4 | 21.8 | 13.2 | 3.4 | 0 | 0.1 | 6.5 | 19.8 | 19 | 24.8 | 24.80 |
| 1980 | 19.5 | 47.3 | 27.3 | 21.5 | 7.4 | 0 | 0.1 | 6.5 | 4.5 | 19.8 | 24.8 | 23.5 | 47.30 |
| 1981 | 47.3 | 23.6 | 27.3 | 15.8 | 3.2 | 0 | 0 | 7.2 | 2.1 | 9.2 | 21.4 | 16.2 | 47.30 |
| 1982 | 21.8 | 22.3 | 15.4 | 8.8 | 1.9 | 0 | 9.2 | 10.9 | 7.8 | 30.3 | 19.4 | 17.6 | 30.30 |
| 1983 | 25 | 12.2 | 33.4 | 14.2 | 5.2 | 5.8 | 2.1 | 0.1 | 5.3 | 18.5 | 19.3 | 10 | 33.40 |
| 1984 | 19.3 | 19.6 | 32.4 | 28.6 | 18 | 8 | 7.5 | 0 | 13.2 | 26.4 | 27 | 16.9 | 32.40 |
| 1985 | 11 | 32.5 | 45.4 | 21.4 | 10.5 | 2.1 | 8 | 0 | 20.4 | 20.7 | 7.8 | 18.4 | 45.40 |
| 1986 | 25.2 | 29.8 | 12.7 | 0 | 2 | 0 | 0.1 | 2 | 20.5 | 23.2 | 29.6 | 30.1 | 30.10 |
| 1987 | 24.4 | 18 | 20 | 13.2 | 5.7 | 0.1 | 0.1 | 3.3 | 11.9 | 23 | 17 | 24.5 | 24.50 |
| 1988 | 19.4 | 14.2 | 22.2 | 17.4 | 13.5 | 2.5 | 0 | 8.2 | 21.9 | 13.1 | 16.4 | 22.6 | 22.60 |
| 1989 | 21.6 | 24.7 | 41.3 | 17.3 | 10.6 | 3.7 | 0.1 | 14.4 | 9.4 | 30.4 | 11.3 | 6.8 | 41.30 |
| 1990 | 16.8 | 10.7 | 18.6 | 13.6 | 8.1 | 1.9 | 0 | 3.5 | 8.2 | 15.4 | 26.8 | 18.8 | 26.80 |
| 1991 | 9.7 | 15.2 | 0 | 15 | 11.3 | 0 | 4.7 | 0 | 0.1 | 19.4 | 29.4 | 10.5 | 29.40 |
| 1992 | 2.3 | 30.8 | 34 | 12.1 | 10.4 | 7.7 | 0 | 7.4 | 14.8 | 12.1 | 11.2 | 12.1 | 34.00 |
| 1993 | 23.2 | 27.1 | 28.4 | 16.7 | 7.2 | 0.1 | 3.2 | 0.1 | 7.9 | 24.8 | 19.5 | 27.6 | 28.40 |
| 1994 | 21.6 | 16.7 | 42.3 | 14.7 | 9.1 | 2.8 | 0.6 | 2.7 | 13.8 | 17 | 10.8 | 14.9 | 42.30 |
| 1995 | 13.6 | 40.3 | 23.4 | 24.1 | 15 | 0.6 | 0 | 3.5 | 8.1 | 20.3 | 18.9 | 17 | 40.30 |
| 1996 | 24.6 | 19.3 | 28 | 9 | 6.2 | 0 | 0 | 2.3 | 7.1 | 15.2 | 15 | 13.6 | 28.00 |
| 1997 | 15.8 | 19.8 | 24 | 8.7 | 8.6 | 0 | 0 | 0.6 | 11.9 | 12.7 | 18.6 | 28.9 | 28.90 |
| 1998 | 53.3 | 27.8 | 30.6 | 26.2 | 18.5 | 5.6 | 0 | 2.4 | 11.3 | 17.6 | 13.4 | 8.6 | 53.30 |
| 1999 | 26.5 | 19.2 | 26.8 | 15.7 | 13.8 | 7.9 | 0 | 0.7 | 11.8 | 16.1 | 14.2 | 17.1 | 26.80 |
| 2000 | 16 | 23 | 12 | 12.6 | 10.3 | 0 | 0 | 10.2 | 9.4 | 7.6 | 11.4 | 22.3 | 23.00 |
| 2001 | 21.8 | 17 | 20.5 | 8.9 | 7.3 | 13.9 | 0 | 0.1 | 21 | 18.6 | 29.4 | 24.3 | 29.40 |
| 2002 | 21.2 | 21.4 | 18.1 | 8.8 | 6.3 | 4.2 | 0 | 0 | 15 | 0 | 38.8 | 19.3 | 38.80 |
| 2003 | 17.2 | 19.4 | 16.8 | 16.8 | 8.1 | 5.7 | 3.6 | 0 | 2.9 | 12.8 | 18 | 17.9 | 19.40 |
| 2004 | 9 | 17.4 | 21.7 | 20.5 | 9 | 2.5 | 0.8 | 0 | 11.8 | 33.7 | 19.8 | 27 | 33.70 |
| 2005 | 16.5 | 13.1 | 32.4 | 20.4 | 12.6 | 0 | 0 | 3 | 9.3 | 6.8 | 0 | 11.7 | 32.40 |
| 2006 | 20.2 | 19 | 24.5 | 20 | 2.9 | 14.6 | 2.1 | 10.5 | 17 | 17.1 | 21.5 | 19 | 24.50 |
| 2007 | 29 | 16.2 | 33 | 19.6 | 16 | 2.5 | 0 | 1.7 | 2.4 | 10 | 22.7 | 9.1 | 33.00 |
| 2008 | 13.4 | 15.9 | 13.2 | 10.8 | 2.6 | 5.6 | 6.5 | 3.9 | 7.5 | 19.8 | 9.2 | 10.9 | 19.80 |
| 2009 | 23.4 | 16.5 | 44 | 31.4 | 16.6 | 2.4 | 0 | 10.5 | 4.3 | 20.3 | 25.7 | 19 | 44.00 |
| 2010 | 20.5 | 19.8 | 25.7 | 21.1 | 12.4 | 4 | 0.7 | 2.6 | 10 | 12.8 | 17.9 | 22.8 | 25.70 |
| 2011 | 17.8 | 16.4 | 19.9 | 20.9 | 16.3 | 1.2 | 8.9 | 3.7 | 6.1 | 3.4 | 11.9 | 29.5 | 29.50 |
| 2012 | 38.3 | 24.1 | 20.5 | 20.3 | 6.6 | 9.8 | 0 | 0 | 5.6 | 13.6 | 32.4 | 13 | 38.30 |
| MAX | 53.30 | 47.30 | 45.40 | 31.40 | 30.40 | 20.10 | 20.10 | 29.80 | 29.80 | 33.70 | 38.80 | 30.10 | 53.30 |
| PROM | 19.68 | 18.90 | 23.72 | 15.96 | 10.70 | 5.25 | 3.16 | 6.10 | 11.24 | 17.73 | 18.43 | 18.00 | |

Fuente: SENAEMI, estación Recuay 1964-2012.

Figura N° 6

Grafica de la precipitación máxima (mm)



Fuente: SENAHMI, estación Recuay 1964-2012

En la Figura 6 se muestra ³² las precipitaciones máximas de 24 horas en el periodo de 1964 a 2012. La precipitación máxima se presentó en el año 1998 con 53.3 mm y un mínimo de 19.40 mm en el año 2003.

Tabla N° 42

¹⁰
Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración

| Tiempo de Duración | ¹⁰ Cociente | Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|--|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | | 2 años | 5 años | 10 años | 25 años | 50 años | 100 años | 500 años |
| 24 hr | X24 | 33.7558 | 41.3178 | 46.3244 | 52.6504 | 57.3434 | 62.0017 | 72.7663 |
| 18 hr | X18 = 91% | 30.7178 | 37.5992 | 42.1552 | 47.9119 | 52.1825 | 56.4215 | 66.2173 |
| 12 hr | X12 = 80% | 27.0046 | 33.0542 | 37.0596 | 42.1203 | 45.8747 | 49.6013 | 58.2130 |
| 8 hr | X8 = 68% | 22.9539 | 28.0961 | 31.5006 | 35.8023 | 38.9935 | 42.1611 | 49.4811 |
| 6 hr | X6 = 61% | 20.5910 | 25.2038 | 28.2579 | 32.1167 | 34.9795 | 37.8210 | 44.3874 |
| 5 hr | X5 = 57% | 19.2408 | 23.5511 | 26.4049 | 30.0107 | 32.6857 | 35.3409 | 41.4768 |
| 4 hr | X4 = 52% | 17.5530 | 21.4852 | 24.0887 | 27.3782 | 29.8185 | 32.2409 | 37.8385 |
| 3 hr | X3 = 46% | 15.5277 | 19.0062 | 21.3092 | 24.2192 | 26.3779 | 28.5208 | 33.4725 |
| 2 hr | X2 = 39% | 13.1648 | 16.1139 | 18.0665 | 20.5337 | 22.3639 | 24.1806 | 28.3789 |
| 1 hr | X1 = 30% | 10.1267 | 12.3953 | 13.8973 | 15.7951 | 17.2030 | 18.6005 | 21.8299 |

En el cuadro 42, se muestra la ¹⁰ precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración de 02 a 500 años.

Tabla N° 43

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

| Tiempo de duración | | Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno (años) | | | | | | |
|--------------------|------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hr | min | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 500 |
| 24 hr | 1440 | 1.4065 | 1.7216 | 1.9302 | 2.1938 | 2.3893 | 2.5834 | 3.0319 |
| 18 hr | 1080 | 1.7065 | 2.0888 | 2.3420 | 2.6618 | 2.8990 | 3.1345 | 3.6787 |
| 12 hr | 720 | 2.2504 | 2.7545 | 3.0883 | 3.5100 | 3.8229 | 4.1334 | 4.8511 |
| 8 hr | 480 | 2.8692 | 3.5120 | 3.9376 | 4.4753 | 4.8742 | 5.2701 | 6.1851 |
| 6 hr | 360 | 3.4318 | 4.2006 | 4.7097 | 5.3528 | 5.8299 | 6.3035 | 7.3979 |
| 5 hr | 300 | 3.8482 | 4.7102 | 5.2810 | 6.0021 | 6.5371 | 7.0682 | 8.2954 |
| 4 hr | 240 | 4.3883 | 5.3713 | 6.0222 | 6.8446 | 7.4546 | 8.0602 | 9.4596 |
| 3 hr | 180 | 5.1759 | 6.3354 | 7.1031 | 8.0731 | 8.7926 | 9.5069 | 11.1575 |
| 2 hr | 120 | 6.5824 | 8.0570 | 9.0333 | 10.2668 | 11.1820 | 12.0903 | 14.1894 |
| 1 hr | 60 | 10.1267 | 12.3953 | 13.8973 | 15.7951 | 17.2030 | 18.6005 | 21.8299 |

La fórmula es la siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Donde:

t = Duración en minutos

T = Periodo de retorno en años

P_t^T = Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años.

P_{60}^{10} = Precipitación caída en 60 minutos con período de retorno de 10 años.

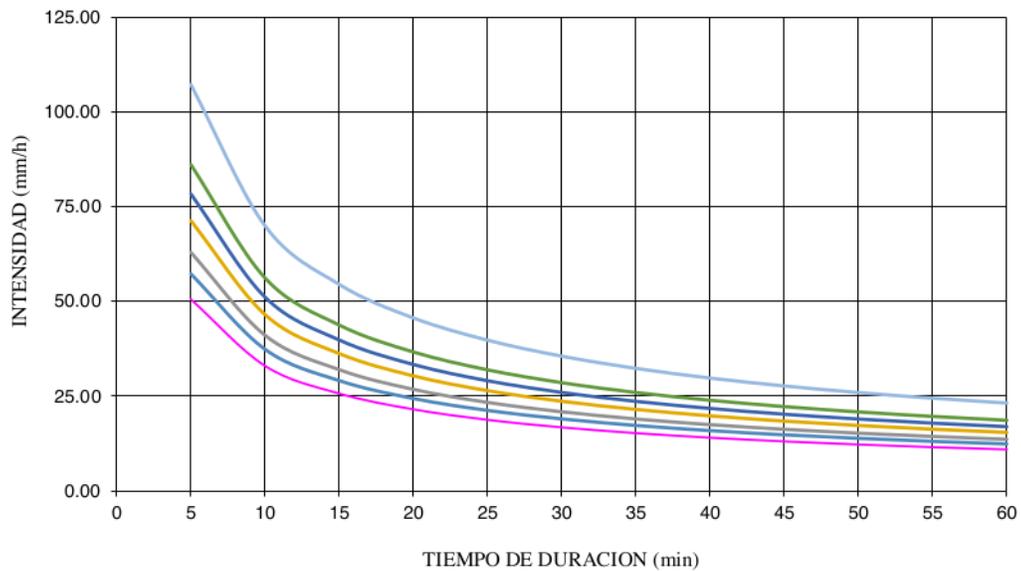
Tabla N° 44

Tabla de **intensidades-Tiempo de duración**

Tabla de intensidades - Tiempo de duración

| Frec. | Duración en minutos | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | años | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| 2 | 50.52 | 32.95 | 25.67 | 21.50 | 18.73 | 16.74 | 15.22 | 14.02 | 13.04 | 12.22 | 11.52 | 10.92 |
| 5 | 57.23 | 37.33 | 29.08 | 24.35 | 21.22 | 18.97 | 17.25 | 15.89 | 14.77 | 13.84 | 13.05 | 12.37 |
| 10 | 62.90 | 41.03 | 31.96 | 26.76 | 23.33 | 20.85 | 18.96 | 17.46 | 16.24 | 15.22 | 14.35 | 13.60 |
| 25 | 71.26 | 46.49 | 36.21 | 30.32 | 26.43 | 23.62 | 21.48 | 19.78 | 18.39 | 17.24 | 16.25 | 15.41 |
| 50 | 78.32 | 51.09 | 39.79 | 33.33 | 29.04 | 25.96 | 23.60 | 21.74 | 20.22 | 18.95 | 17.86 | 16.93 |
| 100 | 86.08 | 56.15 | 43.73 | 36.63 | 31.92 | 28.53 | 25.94 | 23.89 | 22.22 | 20.82 | 19.63 | 18.61 |
| 500 | 107.18 | 69.91 | 54.45 | 45.61 | 39.74 | 35.52 | 32.30 | 29.75 | 27.67 | 25.93 | 24.45 | 23.17 |

Curvas IDF de la cuenca



Diseño de cunetas

5 Para el diseño de las obras de drenaje, se consideró una vida útil de 15 años para alcantarillas de quebradas menores con un riesgo de periodo de retorno de 35%, según el manual de Hidrología y Drenaje (2014). 26 26

Tabla N° 45

12 Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

| Tipo de Obra | Riesgo Admisible (%)** |
|---|------------------------|
| Puentes | 25 |
| Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes | 30 |
| Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas | 35 |
| Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal) | 40 |
| Subdrenes | 40 |
| Defensas ribereñas | 25 |

**Vida útil considerado: Alcantarillas de quebradas menores es de 15 años. 25

Fuente: (MTC, Manual Hidrología y Drenaje. RD N°20-2011 MTC/14, 2014)

Para el óptimo funcionamiento de una sección hidráulica es importante la construcción de una berma exterior para la recepción la caída de materiales del talud superior. Por otro lado, es necesario el mantenimiento de las cunetas después de las temporadas de lluvia.

En la tabla 46 se presenta las dimensiones mínimas de cuneta triangular típica, requeridas para este proyecto.

Tabla N° 46*Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica*

| Región | Profundidad (m) | Ancho (m) |
|--------------------------------------|-----------------|-----------|
| Seca (<400mm/año) | 0.20 | 0.50 |
| Lluviosa (de 400 a <1600mm/año) | 0.30 | 0.75 |
| Muy Lluviosa (de 1600 a <3000mm/año) | 0.40 | 1.20 |
| Muy Lluviosa (mayor a 3000mm/año) | 0.30* | 1.20 |

*Sección trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.3 m

Fuente: (MTC, Manual Hidrología y Drenaje. RD N°20-2011 MTC/14, 2014)

Para esta investigación, según los datos de precipitación del área de estudio, se consideró una región Muy Lluviosa (de 1600 a <3000mm/año), para lo cual se asignó una profundidad de cuneta triangular de 0.40 m y un ancho de 1.20m.

Tabla N° 47*Inclinaciones máximas de talud (V:H) interior de la cuneta*

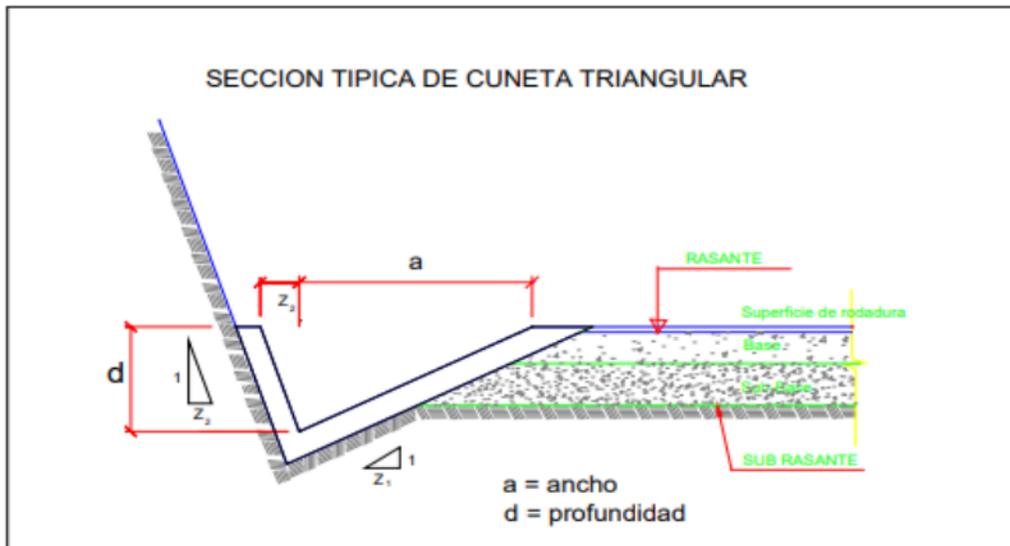
| V.D (km/h) | I.M.D.A (Veh/día) | |
|------------|-------------------|------|
| | <750 | >750 |
| <70 | 1:02 | (*) |
| | 1:03 | |
| >70 | 1:03 | 1:04 |

Fuente: (MTC, Manual Hidrología y Drenaje. RD N°20-2011 MTC/14, 2014)

Para este proyecto, la inclinación del talud inclinación interior de la cuneta, dependerá de ⁵ la velocidad y volumen de diseño, y el Índice Medio Diario Anual (IMDA)(veh/día). Se consideró (V/H) (1:03).

Figura N° 7

Sección típica de cuneta triangular



Fuente: (MTC, Manual Hidrología y Drenaje. RD N°20-2011 MTC/14, 2014)

Cálculos de caudales de cunetas

⁵ El caudal máximo se determinó a partir de la precipitación estimado para la zona de estudio, se determinó ³⁷ la descarga máxima de diseño según ²⁵ la siguiente expresión:

$$Q = 0.278CIA$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de cuenca (km²)

Tabla N° 48

Máxima velocidad de agua (m/s)

| 5 Tipo de superficie | Máxima velocidad admisible (m/s) |
|---|-------------------------------------|
| Arena fina o limo (poco o ninguna arcilla) | 0.20-0.60 |
| Arena arcillosa dura, margas duras | 0.60-0.90 |
| Terreno parcialmente cubierto de vegetación | 0.60-1.20 |
| Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal | 1.20-1.50 |
| Hierba | 1.20-1.80 |
| Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas | 1.40-2.40 |
| Mampostería, rocas duras | 3.00-4.50* |
| Concreto | 4.50-6.00* |

*flujos de corta duración

Fuente: (MTC, Manual Hidrología y Drenaje. RD N°20-2011 MTC/14, 2014)

Para esta investigación, se consideró la Máxima velocidad de agua entre 0.60-0.90(m/s).

Tabla N° 49

Pendiente del terreno para el diseño de cunetas, según su tipo de suelos

| Cobertura vegetal | 7 Tipo de suelo | Pendiente del terreno | | | | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|------|-------|-------|--------------|
| | | Pronunciada | Alta | Media | Suave | Despreciable |
| | | >50% | >20% | >5% | >1 % | >1 % |
| Sin vegetación | Impermeable | 0.8 | 0.75 | 0.7 | 0.65 | 0.6 |
| | Semipermeable | 0.7 | 0.65 | 0.6 | 0.55 | 0.5 |
| | Permeable | 0.5 | 0.45 | 0.4 | 0.35 | 0.5 |
| Cultivos | Impermeable | 0.7 | 0.65 | 0.6 | 0.55 | 0.5 |
| | Semipermeable | 0.6 | 0.55 | 0.5 | 0.45 | 0.4 |
| | Permeable | 0.4 | 0.34 | 0.3 | 0.25 | 0.2 |
| Pastos, vegetación ligera | Impermeable | 0.65 | 0.6 | 0.55 | 0.5 | 0.45 |
| | 38 Semipermeable | 0.55 | 0.5 | 0.45 | 0.4 | 0.35 |
| | Permeable | 0.35 | 0.3 | 0.25 | 0.2 | 0.15 |
| Hortigrama | Impermeable | 0.6 | 0.55 | 0.5 | 0.45 | 0.4 |
| | 32 Semipermeable | 0.5 | 0.45 | 0.4 | 0.35 | 0.3 |
| | Permeable | 0.3 | 0.25 | 0.2 | 0.15 | 0.1 |
| Bosques, densa vegetación | Impermeable | 0.55 | 0.5 | 0.45 | 0.4 | 0.35 |
| | Semipermeable | 0.45 | 0.4 | 0.35 | 0.3 | 0.25 |
| | Permeable | 0.25 | 0.2 | 0.15 | 0.1 | 0.05 |

Fuente: (MTC, Manual Hidrología y Drenaje. RD N°20-2011 MTC/14, 2014)

Para este proyecto, la pendiente del terreno para el diseño de cunetas fue para un tipo de suelo semipermeable sin cobertura vegetal.

Tabla N° 50

Resultados de caudales para el diseño de cunetas

| N° | Precipitación | | | | Talud de corte | | | | Drenaje de carpeta de rodadura | | | | Qtot (m3/s) | | | |
|----|---------------|-------|-----------|------------------------|-----------------------|------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------|----------------|--------------------------|------------------------------|--------------|
| | Desde | Hasta | L (km) | Ancho trib. (km) | Área trib (km2) | C | Periodo de retorno | Intensidad max (mm/hr) | Q1 (m3/s) | Ancho trib (km) | Área trib (km2) | C | | Periodo de retorno | Intensidad max (mm/hr) | Q2 (m3/s) |
| 1 | 0+000 | 0+470 | 0.47 | 0.1 | 0.047 | 0.65 | 10 | 16.995 | 0.1442 | 0.003 | 0.0014 | 0.65 | 10 | 16.995 | 0.0043 | 0.1485 |
| 2 | 0+470 | 1+000 | 0.53 | 0.1 | 0.053 | 0.65 | 10 | 16.995 | 0.1626 | 0.003 | 0.0017 | 0.65 | 10 | 16.995 | 0.0052 | 0.1678 |
| 3 | 1+000 | 1+520 | 0.52 | 0.1 | 0.052 | 0.65 | 10 | 16.995 | 0.1596 | 0.003 | 0.0016 | 0.65 | 10 | 16.995 | 0.0049 | 0.1645 |
| 4 | 1+520 | 2+020 | 0.5 | 0.1 | 0.05 | 0.65 | 10 | 16.995 | 0.1534 | 0.003 | 0.0015 | 0.65 | 10 | 16.995 | 0.0046 | 0.1580 |

36

En la tabla 50 se muestra los resultados de los caudales para el diseño de cunetas, determinando los siguientes valores:
0.1485 m3/s, 0.1678 m3/s, 0.1645 m3/s y 0.1580 m3/s.

IV. DISCUSION

En la evaluación topográfica del camino vecinal Shancayán - Las Lomas, se determinó una pendiente de 2% a 25% transversales al eje de la vía. Según Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el terreno ondulado de tipo 2, presenta una pendiente transversal al eje entre 11% y 50%.

La orografía de la vía en estudio es de tipo 2, un terreno ondulado. Estas pendientes del camino vecinal coinciden con los resultados de Mendoza (2018), quien en su investigación concluye con que su tramo de estudio es de tipo 2, con resultados de pendiente de 11-50%. Sin embargo, en la investigación de Valverde (2022), se obtuvo un terreno de tipo 3, estando ubicados en el mismo distrito del tramo en estudio.

Para este levantamiento topográfico, se tomaron un total de 252 puntos los cuales se evaluaron con el software Civil 3D, para determinar las características físicas del terreno y la ubicación de los componentes del camino vecinal como las cunetas, taludes, curvas, riachuelo, entre otros. Así mismo, Cruz y Melgarejo (2020), consideraron en su investigación la identificación de sus componentes dentro del tramo vial, para un análisis y diseño más preciso según el Manual de Diseño Geométrico DG 2018.

Para el estudio de mecánica de suelos, se consideró dos (02) calicatas a largo del camino vecinal. Las calicatas C-01 y C-02 están ubicados en las progresivas 0+160 km y 1+240 km respectivamente. Según Manual de Carreteras de Suelo, geología, Geotécnica y pavimentos (2015), las calicatas deben presentar un a profundidad de 1.5m, estas calicatas se realizaron a cada 1km para carreteras con $IMDA \leq 200$ veh/día.

Los análisis de mecánica de suelo se realizaron en el laboratorio "Suelo y Concreto VH", en la Calicata 01 según la clasificación SUCS corresponde a un tipo SC que se describen como arenas arcillosas mezcla de arenas gruesa y arcillas con grava. El 46.1 % pasa por la malla N° 200, con un límite plástico de 21%, límite líquido de 31%, un índice plástico de 12% y un contenido de humedad del 12.5%. En cuanto al CBR, se determinó una máxima densidad de

1.976 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 9.8% y un CBR al 95% de 19.2% y un CBR al 100 % de 25%; en la Calicata 02 presenta un tipo SC (SUCS) que se describen como arenas arcillosas mezcla de arenas gruesa y arcillas con grava. El 40.7 % pasa por la malla N° 200, con un límite plástico de 19%, límite líquido de 32%, un índice plástico de 11% y un contenido de humedad del 10.1%. En cuanto al CBR, se determinó una máxima densidad de 1.989 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 9.0%. Finalmente, un CBR al 95% de 18.7 % y un CBR al 100 % de 22%.

Los resultados presentados en el párrafo anterior, presentan coincidencia con los reportes presentados por Valverde (2022), en su propuesta de mejoramiento de un tramo vial, en la provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Así mismo, los resultados de CBR al 100% son similares.

En esta tesis, para determinar el espesor del afirmado se empleó la ecuación NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities), en función de información técnica del suelo como el CBR y la carga actuante sobre el afirmado (CBR: 23.5 % y Nrep: 70849), estimando un espesor de 0.23m. Este espesor es similar a los resultados obtenidos por Rodríguez (2019) en su trabajo de diseño integral del camino vecinal nivel afirmado Talahuayo-Vinomore, donde obtuvo un espesor de 0.20 m.

En el estudio de tráfico para la vía vecinal Shancayán - Las Lomas. Esta actividad se llevó a cabo durante los siete (07) días de la semana, iniciando el día 16 de enero al 22 de enero del 2023. Para este conteo se consideraron los vehículos de tipo auto, camionetas (pick up y combi rural), micro y camión. Para determinar el IMD, el factor de corrección se tomó del peaje Catac. Para esta investigación determino un IMD de 184 veh/día. Según Manual de Carreteras, Diseño Geométrico (2018), se consideró un periodo de análisis de una vía no pavimentada de bajo volumen de tráfico de 20 años. Para determinar el IMD determinado por cada vehículo se consideró una tasa de crecimiento de 2% y un factor de crecimiento de 24.30, finalmente obteniendo del análisis de ejes equivalentes (EE) de 70849.60.

Los resultados mostrados en el párrafo anterior, presentan un gran porcentaje de similitud con los resultados de estudio de tráfico (IMD y Ejes Equivalentes) de los proyectos de mejoramiento de caminos vecinales a nivel afirmado de los autores Cruz y Melgarejo (2020), Rodríguez (2019) y Mendoza (2018).

De acuerdo al análisis Diseño Geométrico, en base al Manual de Carreteras DG (2018), el camino vecinal Shancayán -Las Lomas se clasifica como una carretera de tercera clase. Este resultado coincide con la clasificación que propone Mendoza (2018) en su propuesta de mejoramiento de camino vecinal en San Gregorio, San Miguel, Cajamarca.

Por otro lado, en base al Manual de Carreteras DG (2018), para el diseño geométrico del camino vecinal Shancayán-Las Lomas, se consideró una velocidad de diseño de 30 km/h; lo cual permitió determinar los parámetros necesarios para el diseño geométrico. A partir de este dato, se estimó un peralte máximo 12% y un radio redondeado de 25m.

Para este trabajo, para una velocidad de diseño de 30 km/h y considerando un tráfico menor a 400 veh/día, se determinó un ancho mínimo de calzada de 6m. se determinó una distancia de visibilidad de 35 m; mientras que para la visibilidad en subida para la misma velocidad de diseño comprende de 29 a 31 m; y una distancia de visibilidad de adelantamiento de 200m. La pendiente mínima considerada para este trabajo de investigación es de 0.5%, con la finalidad de garantizar el adecuado drenaje de las aguas de precipitación y otros. Así mismo, la pendiente máxima se consideró un 10% según Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Para una orografía 2 y un tipo de tercera clase, se consideró una calzada de vía de 6m, ancho de bermas 0.9m, una inclinación de bermas de 4% a 6%, un bombeo para vía afirmada de (3% a 4%).

De acuerdo al Manual de Carreteras de diseño geométrico DG-2018, el tramo del camino vecinal a nivel afirmado Shancayán-Las Lomas se encuentra en una zona lluviosa, se consideró una profundidad de 30 cm y un ancho de 75 cm de la cuneta.

Para el análisis hidrológico, se tomó información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de la estación Recuay de un periodo de 48 años entre 1964-2012. Los datos obtenidos de precipitaciones máximas pluviales de 24 horas en el periodo anual de 1964 a 2012, obteniendo la máxima precipitación en el año 1998 con 53.3 mm y un

mínimo de 19.40 mm en el año 2003. Según Mendoza (2018), en su investigación tomo información meteorológica de precipitación de un periodo de 30 años de la estación Livas, San Miguel, Cajamarca del SENAMHI.

Para el estudio hidráulico, según el manual de Hidrología y Drenaje (2014) en el diseño de las obras de drenaje se consideró una vida útil de 15 años para alcantarillas de quebradas menores con un riesgo de periodo de retorno de 35%. Para esta investigación, según los datos de precipitación del área de estudio, se consideró una región Muy Lluviosa (de 1600 a <3000mm/año), para lo cual se asignó una profundidad de cuneta triangular de 0.40 m y un ancho de 1.20m. Para este proyecto, la inclinación del talud inclinación interior de la cuneta, dependerá de la velocidad de diseño, volumen de diseño y el Índice Medio Diario Anual (IMDA)(veh/día).

Para la velocidad máxima de agua (m/s) se consideró un rango de 0.60 a 0.90 m/s para una superficie de arena arcillosa dura o margas duras; y el pendiente del terreno para el diseño de cunetas, según el tipo de suelo semipermeable sin cobertura vegetal. Respecto a las inclinaciones máximas de talud se consideró (V/H) (1:03). Estos resultados varían según la ubicación geografía del proyecto, tal como lo muestran Paucar y Astochado (2018), que su área de estudio presenta mayor precipitación y mayor cobertura vegetal. Finalmente, se determinó los caudales para el diseño de cunetas 0.1485 m³/s, 0.1678 m³/s, 0.1645 m³/s y 0.1580 m³/s.

V. CONCLUSIONES

El mejoramiento a nivel afirmado de la vía vecinal del tramo Shancayán-Las Lomas, permitió resolver el problema actual de ambas localidades, cumpliendo con los requerimientos técnicos básicos de estudio topográfico, estudio de suelos, estudio de tráfico, diseño geométrico y estudio hidrológico e hidráulico según los manuales técnicos del Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC).

En el estudio topográfico se determinó una pendiente de 2% a 25% transversales al eje de la vía desde entre las localidades de Shancayán y Las Lomas. La orografía de la vía en estudio es de tipo 2, un terreno ondulado.

En el estudio de mecánica de suelos, se consideró dos (02) calicatas a largo del camino vecinal. Las calicatas C-01 y C-02 están ubicados en las progresivas 0+160 km y 1+240 km respectivamente. Los análisis de mecánica de suelo se realizaron en el laboratorio “Suelo y Concreto VH”, en la Calicata 01 según la clasificación SUCS corresponde a un tipo SC y un CBR al 100 % de 25%; en la Calicata 02 presenta un tipo SC y un CBR al 100 % de 22%. El espesor del afirmado en función de información técnica del suelo CBR: 23.5 % y Nrep: 70849, es de 0.23m.

En el estudio de tráfico para la vía vecinal Shancayán - Las Lomas se determinó un IMD de 184 veh/día y ejes equivalentes (EE) de 70849.60, considerando un periodo de análisis de una vía no pavimentada de bajo volumen de tráfico de 20 años, con una tasa de crecimiento de 2% y un factor de crecimiento de 24.30.

En el diseño geométrico del camino vecinal Shancayán-Las Lomas, se consideró una velocidad de diseño de 30 km/h; lo cual permitió determinar los parámetros necesarios para el diseño geométrico. A partir de este dato, se estimó un peralte máximo 12% y un radio redondeado de 25m. Se determinó la distancia de visibilidad de 35 m, visibilidad en subida de 29 a 31 m y una distancia de visibilidad de adelantamiento de 200m. La pendiente mínima considerada para este trabajo de investigación es de 0.5%, con la finalidad de garantizar el adecuado drenaje de las aguas de precipitación y otros. Así mismo, la pendiente máxima se

consideró un 10%. Para una orografía 2 y un tipo de tercera clase, se consideró una calzada de vía de 6m, ancho de bermas 0.9m, una inclinación de bermas de 4% a 6%, un bombeo para vía afirmada de (3% a 4%).

Para el análisis hidrológico, se tomó información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de la estación Recuay de un periodo de 48 años entre 1964-2012, obteniendo la máxima precipitación en el año 1998 con 53.3 mm y un mínimo de 19.40 mm en el año 2003.

Para el estudio hidráulico, se consideró una vida útil de 15 años para alcantarillas de quebradas menores con un riesgo de periodo de retorno de 35%. Según los datos de precipitación del área de estudio, se consideró una región Muy Lluviosa (de 1600 a <3000mm/año), para lo cual se asignó una profundidad de cuneta triangular de 0.40 m y un ancho de 1.20m. La velocidad máxima de agua (m/s) se consideró de 0.60 a 0.90 m/s para una superficie de arena arcillosa dura o margas duras. Respecto a las inclinaciones máximas de talud se consideró (V/H) (1:03). Finalmente, se determinó los caudales para el diseño de cunetas 0.1485 m³/s, 0.1678 m³/s, 0.1645 m³/s y 0.1580 m³/s.

VI. RECOMENDACIONES

Para los estudios hidrológicos e hidráulicos, se recomienda considerar data de un periodo mínimo de 30 años para la evaluación de la vulnerabilidad del proyecto frente a fenómenos naturales.

²⁴ Para el estudio de mecánica de suelos, es recomendable realizar las calicatas cumpliendo el ¹ manual carreteras de diseño geométrico, debido a que las características de cada tramo varían según su geomorfología y geología.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AASHTO. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Published for America Assotiation of State Higwey.* Obtenido de <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- AASHTO M 145. (2017). *Classification of Soils and SoilAggregate Mixtures for Highway.* Obtenido de <https://www.codot.gov/business/designsupport/materials-and-geotechnical/manuals/2018-fmm/cps/cp-20s/10-cp-21-18>
- Bostone, k. (2022). *Tecnology as Reading Controls in a Geometric Road Design Course. Faculty of Engineering Magazine.* vol. 31 (60), e14188. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfing/v31n60/2157-5328-rfing-31-60-e206.pdf>
- Consorcio Vía Ingenieros. (2016). *Estudio Topografía, Trazo y Diseño Geométrico. Rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal Pacobamba-Huironay-Cerabamba-Abra Cusqueña.* Obtenido de http://proviades.gob.pe/arch_ProcSelecc/Archivos/CI-28-2018-MTC21-LPN/2.3.%20ESTUDIO%20DE%20TOPOGRAFIA,%20TRAZO%20Y%20DISE%20C3%91O%20GEOMETRICO.pdf
- Cruz, C., & Melgarejo, G. (2020). *Mejoramiento de la transitabilidad vehicular del Camino Vecinal Recuay – Huancapampa – Ancash – 2020. Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo.* Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48328>
- Dilip, F. (2015). *Methodology for pavement design reliability and back analysis using Markov chain Monte Carlo.* Obtenido de <https://www.academic.cl/pdf/rconst/v16n2/0718-915X-rconst-16-02-00284.pdf>
- Fontalba, E. (2018). *Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación del sector Guacamayo-1ª etapa. Tesis de pregrado. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias en la Ingeniería.* Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmficf678d/doc/bmficf678d.pdf>
- García, R., & Delgado, M. (2015). *Modelos de perfil de velocidad para evaluación de consistencia del trazado en carreteras de la provincia de Villa Clara, Cuba. Revista Ingeniería de Construcción Vol. 27 No2.* Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000200005
- Gensel, Z. (2015). *Diseño mejorado de alcantarillas de drenaje pluvial en carreteras. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. RIHA vol.34 no.3 La Habana.* Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000300007
- Guerra, P., & Ramos, C. (2020). *Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible. Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia.* Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2020000200008
- Hallack, A., & Mungaray, D. (2018). *Hydrological and hydraulic modeling of an intra-urban river in a*

transboundary basin using a regional frequency analysis. Technology and Water Sciences. Vol 9 no 4 Jiutepec. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222018000400048&script=sci_arttext&tIng=en

Hernández, C., & Baptista, P. (2011). *Metodología de la Investigación. McGraw-Hill.* Obtenido de https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf

León, M., & Chacasaguay, M. (2018). *Rehabilitación del camino vecinal El Tejar - San Lorenzo, situado en la Provincia de Bolívar. Trabajo de Graduación previo la obtención del Título de Ingeniero Civil. Carrera de Ingeniería Civil. Quito: UCE. 112 p.* Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5417>

Marques, G. (2017). *Evaluation of the stability of a road slope by numerical analysis. Dyna Rev Fac Nac Minas.* Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532017000100121&script=sci_abstract&tIng=es

Méndez, L. (2018). *Estudio geológico-geotécnico para la estabilidad de taludes en el Departamento de Potosí-Bolivia. Universidad Autónoma Tomás Frías, Bolivia.* Obtenido de <https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/25/42>

Mendoza, E. (2018). *Diseño Del Mejoramiento Del Camino Vecinal Tramo Mirador-Cruce Mirador, Distrito De San Gregorio – Provincia De San Miguel – Cajamarca. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería y arquitectura.* Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25166>

Mohan, D. (2017). Obtenido de Traffic safety and city structure: lessons for the future. Indian Institute of Technology Delhi. India.: <https://www.scielosp.org/article/spm/2008.v30suppl1/s93-s100/en/>

Moller, C. (2018). *Methodological structures of systematic literature review in software engineering: a systematic mapping study. versión On-line ISSN 0718-3305.* Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052018000500045

MTC. (2005). *R.D N° 084-2005-MTC. Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.* Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_770.pdf

MTC. (2007). *D.S. N° 017-2007-MTC. Aprueban Reglamento de Jerarquización.* Obtenido de http://www.proviasdes.gob.pe/Prog_incentivos/Normatividad/Norm_sectorial_vinc_meta_40/DS_017_2007_Reglamento_Jerarquizacion.pdf

MTC. (2014). *Manual Hidrología y Drenaje. RD N°20-2011 MTC/14.* Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUAL%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-07-11%20Hidrolog%C3%ADa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf

MTC. (2015). *Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y pavimentos.* Obtenido de https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf

- MTC. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-09-16%20Manual%20de%20Dispositivos%20de%20Control%20del%20Tránsito%20FINALIZADO_24%20Mayo_2016.pdf
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Muhammed, T. (2021). *Comparative analysis of stress distributions and displacements in rigid. Department of Civil Engineering, OsmaniyeKorkut Ata University*. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/rconst/v20n2/0718-915X-rconst-20-02-321.pdf>
- NAASRA. (2016). *National Association of Australian State Road Authorities-Mechanical Analysis of Soils. N° 388.10994 NAT*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-011000200014&script=sci_abstract
- Nicholson, A. (2017). *The estimation of accident rates and countermeasures affectiveness. Traffic Engineering & Control. V28, N10, pp 518-523*. Obtenido de https://www.scielo.cl/pdf/ric/v311n1/en_art05.pdf
- Ortíz, R., & Martínez, M. (2017). *Método para optimizar las mediciones topográficas con aparatos GPS. INCI v.32 n.9 Caracas*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000900005
- Patterson, E., & Buncher, M. (2018). *The South African Mechanistic Pavement Design Procedure, at the 4th International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements, Lino Lakes, Minnesota*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-6230021000100010
- Paucar, J., & Astochado, H. (2018). *Mejoramiento a nivel de afirmado del camino vecinal CC. PP. Santa Cruz –Laguna Fapinalli de San José de Sisa, Provincia del Dorado, Región San Martín. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Martín*. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_8dfe3a9739f19635329ec19aa3c179d5
- Persaud, D. (2016). *Obtention de Evaluation of the high accident location spot improvement program in Kentucky. Bureau of Highways. Report 357. Kentucky.* Obtenido de https://www.academic.cl/pdf/ric/v344jr5/en_art05.pdf
- Petros, G., & Sivaneswaran, Y. (2013). *Efficient simulation techniques for reliability analysis of flexible pavements using the mechanistic-empirical pavement design guide. Journal of Transportation Engineering, 137(11), 796-804*. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rarv/a/6gmC5fxLcgzR7hVGFxtKvt>

- Porras , J., & Romero, V. (2021). *Análisis del sistema de drenaje para la pista de aterrizaje del aeródromo-Loreto. Universidad Ricardo Palma*. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe>
- Rodríguez, A. (2019). *Diseño integral para el mejoramiento a nivel de afirmado de la vía vecinal MO-512, Tramo Talahuayo-Vinomore del Km 18+000 al Km 23+000, distrito de la Capilla, provincia General Sánchez Cerro, Moquegua, 2019. Tesis de pregrado. UCSM*. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10877>
- Salomón, A. (2020). *Caminos vecinales en el campo bonaerense: entre las restricciones estatales y las iniciativas locales (primera mitad del siglo xx). RIVAR (Santiago) vol.7 no.19 Santiago, Argentina*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-49942020000100069
- Torres, R. (2017). *El Modelo peruano para el desarrollo de caminos rurales.Revista de Ingeniería, núm. 45, enero-junio, 2017, pp. 40-51. Universidad de Los Andes-Colombia*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121052004008.pdf>
- Valverde, K. (2022). *Propuesta de mejoramiento del camino vecinal del centro poblado de Hualacor,Huaraz-Ancash-2022. Tesis de Pregrado.Universidad Cesas Vallejo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96504>
- Villasenor, F. (2016). *Environment to the problem of the water resource before the transport megaprojects. Case study Metropolitan Area of the City of Querétaro. Bull. Soc. Geol. Mexico [online]. 2007, vol.59, n.2, pp.163-169*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstractd=S1405-33222007000200163&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Yepes, V. (2017). *Method of the General Directorate of Highways to determine the time available for work. Polytechnic University of Valencia*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/05/07/metodo-de-la-direccion-general-de-carreteras-para-la-determinacion-del-tiempo-disponible-para-el-trabajo/>
- Zárate, B. (2016). *Análisis de un plano vial. Universidad Técnica Particular de Loja*. Obtenido de https://es.slideshare.net/byronrobalino/analisis-de-un-plano-vial?next_slideshow=16129979
- Zárate, G. (2018). *Modelo de gestión de conservación vial para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular del camino vecinal Raypa - Huanchay - Molino, distrito Culebras - Huarmey.Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO*. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2544>
- Zerpa, C. (2015). *A guide for problem definition in engineering research projects. Rev. Fac. Ing. UCV v.26 n.3 Caracas*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652011000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

ANEXOS

1

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Operacionalización de variables

Anexo 3: Fichas de control-fotografías

Anexo 4: Resultados de estudio de suelos

Anexo 5: Estudio de tráfico

Anexo 6: Datos de precipitación

Anexo 7: Puntos de levantamiento topográfico

Anexo 8: Plano

INFORME DE TESIS - FTH

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet | 4% |
| 2 | repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 3 | es.scribd.com Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet | 1% |
| 5 | www.yumpu.com Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 7 | BISA INGENIERIA DE PROYECTOS S.A.. "EIA-SD para el Proyecto Explotación de Calizas Acumulación Puno-IGA0017792", R.D. N° 461-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2022 Publicación | 1% |
| 8 | datospdf.com Fuente de Internet | <1% |

| | | |
|----|---|------|
| 9 | Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante | <1 % |
| 10 | www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 11 | Submitted to Cliffsides Park High School Trabajo del estudiante | <1 % |
| 12 | purl.org Fuente de Internet | <1 % |
| 13 | Submitted to White Bear Lake School District Trabajo del estudiante | <1 % |
| 14 | es.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante | <1 % |
| 16 | repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "EIA del Proyecto Plataforma de Lixiviación 4B-PAD 4B-IGA0003158", R.D. N° 274-2010-MEM/AAM, 2020 Publicación | <1 % |

Submitted to Universidad Privada de Tacna

19

Trabajo del estudiante

<1 %

20

ITALPCER INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Instalación y Represamiento de la Laguna Estanco y Sistema de Riego por Aspersión en las Comunidades Campesinas de San Pedro de Racco - Quiulacocha. Distrito de Simón Bolívar - Pasco - Pasco-IGA0013828", R.D.G. N° 121-2018-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

21

repositorio.uoosevelt.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

CONSULTING SERVICIOS LUCKY SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA. "DAAC del Fundo Corporación Frutícola de Chincha - Panamericana Sur 201-IGA0014020", R.D.G. N° 387-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

23

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

24

repositorio.upeu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

<1 %

26

HONORIO GARCIA JOSELITO. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Instalación del Servicio de Protección contra las Inundaciones en Sectores Margen Derecha del Río Lurín en los Distritos de Lurín y Pachacamac - Lima-IGA0013029", R.D.G. N° 005-2017-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

27

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

28

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

29

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

30

creativecommons.org

Fuente de Internet

<1 %

31

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

32

ASESORES Y CONSULTORES MINEROS S.A. - ACOMISA. "Plan de Cierre de Minas del Proyecto de Explotación de Andalucita y Planta Piloto de 5000 TM/año-IGA0010570", R.D. N° 131-2013-MEM-AAM, 2020

Publicación

<1 %

33

aap.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

35

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

36

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

repositorio.unj.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

39

José Muzlera. "Diccionario del agro iberoamericano", Teseo, 2022

Publicación

<1 %

40

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

41

www.datco-syh.com

Fuente de Internet

<1 %

42

www.scielo.cl

Fuente de Internet

<1 %

43

Submitted to Universidad Científica del Sur

Trabajo del estudiante

<1 %

44

open_jicareport.jica.go.jp

Fuente de Internet

<1 %

45

AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES
S.A.C.. "ITS para la Ampliación de Operaciones
de la Infraestructura para la Disposición Final
de Residuos Sólidos No Peligrosos del Ámbito
de la Gestión No Municipal, Innova Ambiental
- Chilca para la Disposición Final de Residuos
Municipales-IGA0012803", R.D. N° 00005-
2021-SENACE-PE/DEIN, 2021

<1 %

Publicación

46

Miguel Ipanaqué-Zapata, Joel Figueroa-
Quiñones, Janina Bazalar-Palacios, Wendy
Arhuis-Inca et al. "Research skills for
university students' thesis in E-learning: Scale
development and validation in Peru", Heliyon,
2023

<1 %

Publicación

47

doaj.org
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo