

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO GEOMETRICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO
VECINAL; EMP PE10C (DV. HUAMANMARCA) PAMPAMARCA –
CACHIPAMPA – VACAS, DEL DISTRITO DE COCHORCO,
PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD 2021”**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACHILLER HENRY LUIS ARTURO MEDINA AGUILAR

ASESOR

ING. ENRIQUE MANUEL DURAND BAZAN

TRUJILLO – PERÚ

2021

Hoja De Firmas

“DISEÑO GEOMETRICO PARA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. PE10C (DV. HUAMANMARCA) PAMPAMARCA – CAHIPAMPA – VACAS, DEL DISTRITO DE COCHORCO, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD 2020”

Autores:

Bachiller Henry Luis Arturo medina Aguilar

Miembros Del Jurado

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

Dedicatoria

A Dios todo poderoso por guiar mis pasos en todo momento de mi vida, y seguir el camino para cumplir mi meta de culminar la carrera de la mejor manera posible.

Agradecimiento

A mi familia y en especial a mi hermano por haberme apoyado en todo momento

A mi asesor Ing. Enrique Manuel Durand Bazán. Que con su tiempo y su valiosa asesoría de sus amplios conocimientos. Contribuyeron al logro del presente proyecto de tesis.

Finalmente quiero agradecer a los funcionarios de la Municipalidad Distrital de cochorco por brindar la información esencial para el desarrollo de mi trabajo y a todas las personas que de alguna otra manera apoyaron en la culminación del presente trabajo de tesis.

Índice de Contenidos

Hoja De Firmas

Dedicatoria

Agradecimiento

Índice De Contenidos

Índice De Tablas Y Figuras

Resumen

Abstract

| | |
|---|-----------|
| I.- Introducción | 01 |
| 1.1.- Realidad Problemática | 01 |
| 1.2.- Formulación del Problema | 05 |
| 1.3.- Justificación | 05 |
| 1.4.- Objetivos | 06 |
| 1.5.- línea de Investigación | 06 |
| 1.6.- Alcances, Limitaciones y Viabilidad | 07 |
| II.- Marco Teórico..... | 08 |
| 2.1 Antecedentes | 08 |
| 2.2 Bases Teóricas | 11 |
| 2.3.- Bases Normativas..... | 35 |
| 2.4.- Definición De Términos Básicos | 35 |

| | |
|--|-----------|
| III.- Metodología De La Investigación | 37 |
| 3.1.- Planteamiento De La Hipótesis | 37 |
| 3.2.- Tipo y Diseño De Investigación | 37 |
| 3.3.- Definición De Variables..... | 38 |
| 3.4.-Operacionalizacion De Variables | 40 |
| 3.5.- Población Y Muestra | 41 |
| 3.6.- Técnicas, Procedimientos E Instrumentos | 41 |
| Datos Del Proyecto | 42 |
| | |
| V.- Resultados | 51 |
| 5.1.- Levantamiento Topográfico..... | 51 |
| 5.2.- Estudio De Mecánica De Suelos Y Canteras | 57 |
| 5.3.- Estudio Hidrológico | 63 |
| 5.4.- Diseño Geométrico | 85 |
| 5.5.- Estudio De Tráfico | 97 |
| | |
| VI.- Discusión De Resultados..... | 87 |
| | |
| VII.- Conclusiones | 88 |
| | |
| VIII.- Recomendaciones | 89 |
| | |
| Referencias Bibliográfica | 90 |
| Anexos | |

Índice De Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 01: Equipos de topográficos | 41 |
| Tabla 02: Datos de Población Censo 2,009 | 46 |
| Tabla 03: Número de Calicatas para Exploración de Suelos | 57 |
| Tabla 04: Número de CBR para Exploración de Suelos | 57 |
| Tabla 05: Número de Calicatas y su Ubicación | 58 |
| Tabla 06: Determinación de Intensidades del Proyecto | 68 |
| Tabla 07: Intensidades de lluvia del proyecto | 69 |
| Tabla 08: Aplicación del modelo, intensidades máximas | 70 |
| Tabla 09: Determinación de probabilidades..... | 71 |
| Tabla 10: Prueba de Smirnov kolmogorov | 72 |
| Tabla 11: Intensidades máximas calculadas por método de Gumbel | 73 |
| Tabla 12: Determinación de caudales | 75 |
| Tabla 13: Dimensionamiento de alcantarillas y aliviaderos | 80 |
| Tabla 14: Dimensionamiento de badenes | 82 |

Índice De Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 01: Velocidad de diseño | 14 |
| Figura 02: Distancia de visibilidad de parada | 14 |
| Figura 03: Distancia de visibilidad de adelantamiento | 17 |
| Figura 04: Ángulos de deflexión máximos que no requiere curva horizontal | 18 |
| Figura 05: Radios mínimos y peraltes máximos | 19 |
| Figura 06: Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición del Peralte | 20 |
| Figura 07: Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa | 22 |
| Figura 08: Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava | 22 |
| Figura 09: Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas | 23 |
| Figura 10: Tipos de curvas verticales simétricas asimétricas | 23 |
| Figura 11: Pendientes máximas | 24 |
| Figura 12: Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (metros) | 25 |
| Figura 13: Bombeos de la calzada | 26 |
| Figura 14: Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V) | 27 |
| Figura 15: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes) | 27 |
| Figura 16: Sección transversal típica | 28 |
| Figura 17: Señales de adelanto | 34 |
| Figura 18: Señales preventivas – curvatura horizontal..... | 34 |
| Figura 19: Ejemplos de señales de dirección | 35 |
| Figura 20: Ubicación del departamento de la libertad | 43 |

| | |
|---|-----------|
| Figura 21: Ubicación de la provincia de Pataz | 43 |
| Figura 22: Ubicación del distrito de Parcoy | 44 |
| Figura 23: Vista de los caseríos en estudio | 44 |
| Figura 24: Selección de calicatas para muestra..... | 60 |
| Figura 25: Zanjas de coronación | 79 |
| Figura 26: Taludes de corte | 88 |
| Figura 27: Taludes de relleno | 88 |
| Figura 28: Taludes de corte y de relleno | 89 |

Resumen

En el Perú el diseño geométrico de carreteras, Camios vecinales y todo lo que corresponde a infraestructura vial, son los proyectos de mayor envergadura. Debido a su contribución al desarrollo de las regiones, provincias, ciudades y pueblos que se encuentran dispersos por todo el territorio nacional.

La investigación tiene por finalidad la “Rehabilitación Del Camino Vecinal. Se desarrollará cumpliendo todos los objetivos específicos que se plantea en la investigación para su desarrollo y ejecución de dicho proyecto.

La presente tiene por finalidad realizar la rehabilitación de un camino vecinal ubicado en el Distrito de cochorco, el tramo inicia en un desvío por la ruta nacional pe10c en la cual se ubica en los caseríos de Huamanmarca - Pampamarca – Cachipampa llegando posteriormente al caserío de Vacas, para esto realizamos los estudios bien detallados de la carretera como: estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico, La investigación ES descriptiva no experimental en lo que es; topográfica, estudio de tráfico, análisis del diseño geométrico, aplicando los conocimientos técnicos de la ingeniería y la normativa vigente por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La vía mejorara la calidad de vida de los pobladores de la zona a tener mayor acceso a las postas de salud, centros de educación y un desarrollo social económico más dinámico y próspero.

Finalmente se concluyó por el estudio de tráfico, que el camino vecinal es de bajo tránsito por tanto solo se puede hacer un mantenimiento a nivel de rasante con material de afirmado del camino vecinal.

Palabras claves: rehabilitación, camino vecinal, levantamiento de topográfico, estudio de tráfico, diseño geométrico.

Abstract

In Peru, road design is one of the largest projects. Due to its contribution to the development of the provinces, cities and towns.

The purpose of the research is the neighborhood road rehabilitation. It will be developed in compliance with all the specific objectives set out in the research for its development and execution of said project.

The purpose of this is to carry out the rehabilitation of the neighborhood road located in the Cochorco district, the section begins in a detour along the Pe 10C national route arriving at detour. For this we carry out the well detailed studies of the road such as: soil study, survey to non-experimental descriptive research in or that is; topographic, study of quarries, hydrological study, analysis of geometric design and budget preparation, applying the technical knowledge of engineering and current regulations by the Ministry of Transport and Communications. The road improves the quality of life of the inhabitants to have greater access to health centers, education and economic social development.

Key words: improvement, local canine, topographic survey, soil study, hydrological study, geometric design.

I.- Introducción

1.1.- Realidad Problemática

Los servicios de transporte necesitan ser más seguros, limpios y accesibles, prioritariamente en los países en camino al desarrollo, dichos servicios tienen que estar a la altura del aumento poblacional, paralelamente el aumento del parque automotor, facilitando el transporte requerido día a día por la población, estos servicios deben contar con los mecanismos de accesibilidad más eficientes y duraderos alcanzando estándares de calidad elevados.

(Fuentes propias).

Las carreteras es una fuente primordial en todo el mundo, nos permite el desarrollo económico, uniendo los lugares más alejados en conexión con las grandes ciudades; una carretera es una obra de infraestructura vial que contribuye al desarrollo de una nación, la calidad de las carreteras tiene un efecto importante en el bienestar de la población

(Fuentes propias).

En Latinoamérica hay una gran variedad en las condiciones de infraestructura vial, pues todo ello no siempre es en función de su riqueza o pobreza relativa de las naciones, algunas naciones de economías exigentes afrontan problemas para efectuar el mantenimiento de sus vías; mientras que las naciones con recursos más limitados han tenido mejores resultados a la hora de construir sus carreteras facilitando a los ciudadanos una mejor facilidad de transporte por ende el aumento de sus producciones y sus ventas.

(Gobierno regional de la libertad, página web oficial).

Según estudios coinciden en señalar a un país en particular como el más avanzado en construir un sistema de carreteras de acuerdo a sus aspiraciones de desarrollo: **Chile** aparece en varias mediciones, como el ganador regional en infraestructura de carreteras, por su red de 77.764 KM que incluye 2387 KM de autopistas, y las buenas condiciones en que las mantiene, un estudio de Foro Económico Mundial, el Informe Global de Competitividad, coloca en su más reciente edición a Chile el mejor clasificado en América latina por dos años continuos seguido de cerca por Panamá. A igual conclusión llega el banco mundial, en su índice de desempeño de logística, agrupa a los países según la calidad de su infraestructura de transporte (que incluye carreteras, puertos y otras obras similares) nuevamente el ganador sería Chile seguido de cerca por México y Panamá (Fajardo, 2015).

La existencia de recursos no es el único factor determinante para la construcción de carreteras de calidad, sin duda también existen factores geográficos. Por ejemplo, **Brasil**, una nación que sale por debajo de Panamá en el ranking de países con mejor infraestructura mundial tiene dimensiones continentales y el reto de mantener una red de 1,580,965 km de carretera cuatro veces mayor a México y casi 100 veces más grande que la de Panamá, Brasil tiene una red en carreteras que alcanzan una extensión de más de 1.8 millones de km que constituye el principal medio de transporte de pasajeros de Brasil, siendo la red más larga de América latina, en promedio de 96000 km de estas vías están pavimentadas y en general se encuentran en buen estado de conservación, especialmente en el sur y el litoral del país. A diferencia, de algunas regiones apartadas de las zonas metropolitanas se encuentran caminos de grava y tierra principalmente en áreas de la selva amazónica, donde muchos caminos son difíciles principalmente en épocas de invierno. (Fajardo, 2015).

En **Colombia** sus redes de infraestructura vial se encuentran en malas condiciones del 100% de sus carreteras, un aproximado del 60% se llegan a dar mantenimiento relativo, el disponer de centros de producción lejanos a los puertos ocasiona un costo alto para el transporte de mercancías de exportación y en materiales primas de importación, generando problemas serios para competir en los mercados externos. (Jaramillo, 2003)

En **Perú**; el estado actual de las carreteras eleva hasta tres veces el costo del transporte para las empresas que operan en el país, se sostiene que debido a la diversidad geográfica del país, las diferencias en términos de costos entre una carreta asfaltada y una trocha pueden ser determinante, para la viabilidad de cualquier operación empresarial, según un estudio realizado por la universidad del Pacifico en la costa (entre cero y 1,000 m.s.n.m) los costos de transporte de carga pueden aumentar hasta en 58% con una vía afirmada y en 115% con un camino de trocha asimismo entre los 1,000 a 2,500 metros este costo aumenta en 110% para caminos afirmados, y 190% en trochas, mientras que, para zonas ubicadas a más de los 2,500 metros, el flete se incrementa en 80% en carreteras afirmadas y en 290% en trochas (MTC, DG-2014)

En el departamento de la Libertad: la rehabilitación de la carretera ha permitido el establecimiento y desarrollo de varios centros poblados dedicados a actividades mineras, agrícolas y comerciales orientada mayormente al autoconsumo de la población y el excedente es comercializado en los mercados zonales y extra-regionales.

(Fuentes Propias)

En la zona costera existe una red vial suficiente (aunque con escaso mantenimiento rutinario), pero que permite el acceso vial a los diversos centros de producción como Virú (esparrago), Laredo, Casa Grande y Cartavio (azúcar),

hepen (arroz), Pacasmayo (arroz y cemento) y el área de influencia del proyecto Chavimochic. En la sierra central, la accesibilidad se da medianamente, debido a que no todas las áreas productivas y asentamientos poblacionales han sido integrados al sistema vial; el cual es insuficiente, debido a que la mayoría está conformada por carreteras sin afirmar y trochas carrozables y en mal estado de conservación, lo que determina mayores tiempos de desplazamiento dificultando la movilización de mercancías y pasajeros.

En la parte oriental se distingue un bajo nivel de accesibilidad por la limitada longitud de la red vial, que no alcanza para integrar las áreas con potencial productivo con Trujillo y con el resto del departamento, llevando al atraso económico y social. La relación de mercados de estas áreas se relaciona con los departamentos vecinos (Bolívar se relaciona con Cajamarca y Amazonas, y Pataz con Ancash y Huánuco).

(portal: www.regionlalibertad.gob.pe, año 2019)

El distrito de Cochorco, según la identificación de los ejes de integración económica y territorial, las áreas de dinamismo a nivel departamental de la Provincia de Sánchez Carrión, se encuentran en (Zona Marginal) cuenta con recursos acuíferos, minería aurífera y agricultura, pero por la falta de vías de comunicación se encuentran estancadas. (Asmas -2006)

Los caseríos de Huamanmarca, Pampamarca cachipampa, vacas pertenecientes al distrito de cochorco, provincia de Sánchez Carrión, con una longitud total de vía desde la (Progresiva 0+000) en el dv a Huamanmarca y su punto final en el caserío vacas (Progresiva 4+370).

En un recorrido de aproximadamente de 1h, durante la inspección técnica realizada se pudo observar que la infraestructura de la carretera existente se encuentra en muy mal estado, con presencia de piedras, lodo, huecos y de pendientes muy inclinadas, etc. Esto trayendo consigo problemas de traslado de pasajeros, así como también de diferentes productos agrícolas de la zona (papa, trigo, cebada, quinua) y cabezas de ganado la cual son fuentes de ingreso económico para los pobladores del caserío de Huamanmarca, Pampamarca cachipampa, vacas y sus alrededores.

A su vez las fuertes precipitaciones pluviales en tiempos de invierno vuelven la vía intransitable, puesto que no cuenta con sistemas de drenaje y alcantarillado de evacuación de aguas, esto generando derrumbes y la formación de charcos de agua, la trocha mencionada cuenta con un solo carril con un ancho de vía que varía entre los 3.5m a 4m, siendo un problema.

Más que hacen a este camino vecinal más riesgoso, obligando a los pobladores a realizar largas caminatas para trasladar sus productos y hacer su mercado para la manutención de su familia.

La vía que concentra a los caseríos ya antes mencionados, fue construida hace 8 años, estuvo a cargo de la municipalidad distrital de cochorco también contó con el apoyo masivo de los pobladores de los caseríos, vía que no cuenta con ningún tipo de señalización la cual hace que la vía sea intransitable por el mal estado en la que se encuentra.

La rehabilitación del camino vecinal tramo: dv em pe10c a vacas distrito de cochorco, es de necesidad prioritaria para que el distrito de cochorco continúe con el desarrollo de sus pobladores y así poder trasladar sus productos a los principales productos a los mercados de la región a través de una vía en buenas condiciones que preste las garantías necesarias.

Dando solución a los problemas que vienen sufriendo los pobladores durante muchos años y de esta manera contribuiremos a una mejor calidad de vida y desarrollo de la población.

1.2.- Formulación del Problema

¿Qué Características Técnicas Deberá Tener el Diseño del Mejoramiento Del Camino Vecinal Tramo Emp Pe 10c (Dv Huamanmarca) Pampamarca, cachipampa y Vacas, del Distrito De Cochorco, Sánchez Carrión La Libertad?

1.3.- Justificación

En la actualidad los caseríos de Huamanmarca, Pampamarca, cachipampa y Vacas tienen el deseo de la rehabilitación del camino vecinal, debido a las malas condiciones en la que se encuentra por su falta de mantenimiento y factores climatológicos, con el planteamiento de este proyecto se pretende dar solución a esta problemática, que es la dificultosa comunicación y transitabilidad vehicular, la finalidad del estudio es mejorar el traslado de productos agrícolas y de ganado, a los diferentes mercados locales y regionales para su posterior venta, a su vez contribuyendo al desarrollo socioeconómico y cultural de la población.

Así mismo en el ámbito educativo será muy beneficioso para el traslado de maestros y estudiantes a sus centros educativos, evitando largas caminatas.

En el ámbito de salud, el mejoramiento de la carretera será muy benéfico para los pobladores ya que en casos de emergencia puedan movilizarse en menos tiempo hacia los centros de salud más cercanos y así tengan mejores atenciones.

Por otro lado, se logrará el menor desgaste de vehículos, menor tiempo de viaje también se evitará la contaminación del polvo, hacia los pobladores.

La presente investigación contribuirá a futuros tesis que elijan como proyecto de tesis: rehabilitaciones y mantenimientos de caminos vecinales, también se está

contribuyendo en dar una iniciativa al gobierno local que urge la rehabilitación del camino vecinal y así dicho proyecto no termine en propuesta.

1.4.- Objetivos.

1.4.1.- Objetivos generales.

Determinar las características técnicas para el diseño del mejoramiento del camino vecinal tramo Emp Pe10c (Dv Huamanmarca) Pampamarca, cachipampa y Vacas Distrito De Cochorco, Provincia De Sánchez Carrión, La Libertad

1.4.2.- Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de información topográfico del área en estudio.
- Realizar el estudio de tráfico.
- Realizar el diseño geométrico de la vía.
- Realizar el costo del proyecto

1.5.- Línea de Investigación

- **Línea.** - Ciudades e Infraestructura
- **Área.** - Transporte y Diseño Urbano Sostenible

1.6.- Alcances y Limitaciones y Viabilidad de la Investigación

1.6.1.- Alcances

- Contamos con el gran apoyo de la Municipalidad Distrital de cochorco, que nos facilitó los equipos topográficos para el levantamiento de datos de la ruta del camino vecinal.
- El estudio de mecánica de suelos lo realizamos de acuerdo a lo establecido por la universidad, 1 muestras por km.

1.6.2.- Limitaciones

- La distancia que existe desde Trujillo hasta el distrito de cochorco, que es la zona de estudio con un promedio de 07 horas de viaje.

1.6.3.- Viabilidad

- Este proyecto que estamos realizando tiene una completa veracidad, podrá ser investigado y constatar las pésimas condiciones en la que se encuentra el camino vecinal.

II. Marco Teórico

2.1.- Antecedentes.

“Diseño De Mejoramiento A Nivel De Afirmado De La Carreta Entre Los Caseríos El Cedro – Alto Llollon – San Marcos – Cajamarca”

Carrera y Zevallos (2014) la presente investigación tiene como objetivo realizar el diseño de mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera entre los caseríos el Cedro – Alto Llollon – San Marcos – Cajamarca, utilizando las normas vigentes del ministerios de transportes y comunicaciones para dar solución a las deficientes condiciones de Transitabilidad, con un vía de Transitabilidad seguro y eficaz, se emplearon las normas establecidas en la MPT, los parámetros de diseño se determinaran de acuerdo a lo establecido en el manual de Diseño de Carreteras Geométricas DG-2013, El proyecto se realizara con una superficie de rodadura a base de afirmado, con características que disturbaban lo menos posible la naturaleza del terreno. El diseño geométrico se realizó considerando una velocidad directriz es de 30km/h con una pendiente de hasta 12% ancho de la vía de 6m con bermas de 0.5m. Y otros parámetros que determina la norma vigente del MTC. (Carrera y Zevallos, 2014) esto nos da una apreciación de como utilizar el manual de diseño de carreteras, aprobado por el MTC.

“Proyecto De “Mejoramiento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal: Cruce A San Nicolás – Cose”.

Vásquez(2014) Se tiene como objetivo realizar el diseño de afirmado del camino vecinal, se realizó un reconocimiento a la zona un estudio socio económico y se tuvieron en cuenta todos los parámetros de diseño vial, corregiremos las deficiencias presentadas en el cuadro denominado “características de la vía existente utilizando los parámetros mínimos y

máximos permitiendo un tránsito seguro ya sea en la generación de tangentes más largas y no tan quebradas como las que existen, en el Planteamiento de radios que permitan no permitan estancamientos de agua a lo largo de su eje. Para las transiciones y aliviaderos se ha diseñado un concreto simple con un $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, lo que nos va permitir tener obras de arte en condición de soportar el tráfico vehicular. Los aliviaderos están diseñados con un flujo sub crítico debido a que la topografía nos lo permite y así ocasionalmente el mínimo deterioro en el concreto. (Vásquez, 2014) este ante antecedente nos ayuda a plantear como usar el concreto para las obras de arte.

- **“Diseño Para El Mejoramiento A Nivel De Afirmado De La Carretera Angasmarca – Las Manzanas – Colpa Seca. Distrito De Angasmarca – Provincia De Santiago De Chuco – Región La Libertad”**

Bazán y Ponte (2014) En la presente tesis se tomaron en cuenta diferentes estudios y criterios básicos para el diseño de una vía, los cuales se van a desarrollar en distrito de Angasmarca. El trabajo se inicia con la recopilación de información referida a la zona, reconocimiento del terreno, levantamiento topográfico, trabajo en gabinete utilizando software de diseño de carreteras los cuales arrojan una longitud de 12 km, se realizó también el estudio de tráfico en la zona, realización de 12 calicatas encontrándose en su mayoría un suelo arcilloso-limoso con CBR menor al 3%, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, estudio hidrológico y elaboración del presupuesto. Debido a que el suelo de la carretera trazada es malo, por lo que se propuso hacer un mejoramiento de terreno a nivel de sub-rasante con material granular con un espesor de 25 cm y luego se procederá a colocar una capa de afirmado con espesor de 15 cm. Esto no ayuda a entender que cada suelo es diferente y tiene sus cualidades específicas, para eso se determina según los estudios realizados en un laboratorio (Bazán y Ponte, 2014).

- **“Mejoramiento A Nivel De Afirmado Carretera Cupisnique Trinidad – La Zanja Tramo: Km. 5+00 – 10+00”**

Edgar (2014) en su tesis presentado para optar el título de ingeniero civil el comienza haciendo un reconocimiento de la zona, donde pudo observar de manera amplia la topografía del terreno, como también la situación actual de la vía en estudio. En las cuales estableció las características de la vía, estudios de suelos, características de pavimentos y obras de arte. Su estudio consistió en mejorar el alineamiento geométrico de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos en el manual emitido por el MTC para el tipo de vía en estudio, mejorar la superficie de rodadura y la evacuación de las aguas pluviales de la vía. Concluyo que para la elaboración del estudio se ha utilizado, el manual de diseño geométrico de carreteras (DG-2001), el suelo. El suelo representativo (desfavorable) que se obtuvo, del tramo de carretera, es un A 2-7 (SC) y que un CBR DE 3.63%; a partir de este dato se obtuvo el espesor del afirmado mediante el método de Usace y que dio como resultado un espesor de 30.00 cm. El mayor impacto negativo ocurre en la acción correspondiente al movimiento de líneas: asimismo, el mayor impacto positivo ocurre en la acción correspondiente al volumen de tránsito. El presente estudio aporta el alineamiento geométrico de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos en el manual emitido por EL MTC para el tipo de vía en estudio lo que servirá para elaborar el diseño geométrico de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. (Edgar, 2014)

- **“Diseño Para El Mejoramiento De Las Carreteras A Nivel De Afirmado Entre Las Localidades De Chanchacap Y Nuevo Amanecer – Distrito De Salpo – Provincia De Otuzco – Departamento De La Libertad”**

Saavedra (2014) en su tesis realizaron el estudio para el diseño de una vía de comunicación terrestre a nivel de afirmado, la cual unirá a los centros poblados ubicados entre las localidades de Chanchacap y Nuevo Amanecer. La carretera se ha clasificado como una vía de tercera clase, por el volumen de tránsito que presenta, con una velocidad directriz de 30 Km/h, con una pendiente máxima de 11% ancho de carretera 6.00m de plataforma, bombeo de 3%; con respecto al estudio de mecánica de suelos realizaron 14 calicatas a una profundidad de 1.5m, esto nos sirve asimismo a la determinaron de la ubicación de las señales de tránsito al largo de toda la vía. (Saavedra, 2014)

2.2.- Bases Teóricas

2.2.1. Diseño Geométrico.

2.2.1.1. Generalidades.

El diseño geométrico de una carretera comprende la determinación de los parámetros de diseño de la carretera, diseño de afirmado y la señalización de la vía. Respondiendo a una necesidad social y económica. Estos conceptos se correlacionan para establecer las características físicas y técnicas que debe tener una carretera, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio.

2.2.1.2.- Clasificaciones según su demanda.

a. Autopista de primera clase.

Son carreteras con IMDA (índice Medio Diario Anual) mayor a 6,000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00m: cada una de las calzadas

debe contar con dos o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

b. Autopista de segunda clase.

Corresponden a las carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzada dividida por medio de un separador central que puede variar de 6.00m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalara un sistema de contención vehicular, cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

c. Autopista de tercera clase.

Son las carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60m de ancho mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

2.2.1.3. Clasificación según condiciones orográficas.

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

- Terreno plano (TIPO I)
- Terreno ondulado (TIPO II)
- Terreno accidentado (TIPO III)
- Terreno escarpado (TIPO IV)

2.2.2. Parámetros Básicos Para El Diseño.

Para alcanzar los objetivos trazados deben evaluarse y seleccionarse los siguientes parámetros que definen las características del proyecto.

- Estudio de demanda de tránsito.
- La velocidad de diseño en relación al presupuesto del camino.
- La sección transversal del diseño.
- El tipo de superficie de rodadura.

2.2.3. Estudio De La Demanda De Tráfico.

El alineamiento de la carreta se desarrolla sobre la base de la trocha carrozable existente, que no cuenta con parámetros de diseño ajustados a la normatividad vigente, lo que también incide en un tránsito reducido.

Calculo de tasas de crecimiento y la prevención

Se puede calcular el aumento del tránsito utilizando esta fórmula simple.

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

Donde:

T_n = tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

T_o = tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = años del periodo de diseño

i = **tasa** anual de aumento del tránsito. Definida en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico (*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo de estudio.

Estas tasas varían sustancialmente con la existencia de proyectos de desarrollo específico. Los proyectos pueden dividirse en dos partes. Una proyección de vehículos al ritmo de crecimiento poblacional y el segundo a ritmo del crecimiento económico de la ciudad.

2.2.4. Elementos De Diseño Geométrico.

Los elementos que definen la geometría son:

- La velocidad de diseño seleccionada
- La distancia de visibilidad necesaria
- La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, las obras de arte y de los taludes
- La preservación del ambiente que lo rodea.

Este proyecto incluye la forma en que debe resolverse los aspectos de diseño de la plataforma de la carretera, estabilidad de la carretera y de taludes inestables, preservación del ambiente que lo rodea, seguridad vial, y del diseño propiamente, incluyendo los estudios básicos necesarios, tales como topografía, que permiten dar sustento al proyecto.

2.2.4.1.- La Velocidad de Diseño.

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera cuando las circunstancias sean favorables y así prevalezcan las condiciones del diseño.

En la asignación de la velocidad e diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios, por tal caso el tipo de diseño no debe sorprender a los conductores por cambios bruscos o muy frecuentes en la velocidad y así poder realizar con seguridad el recorrido.

Figura 01: velocidad de diseño

| CLASIFICACION | OROGRAFIA | VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEEO 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 clases | Plano | | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | | |
| carretera de segunda clase | Plano | | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | | |
| carretera de tercera clases | Plano | | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | | |

Nota: manual de carretas DG-2018

2.2.4.2. Velocidad de circulación.

La velocidad para la circulación es correspondiente a la norma que se de para señalar la carretera y limitar la velocidad máxima a la que debe transitar el usuario, que se indica mediante una señalización correspondiente.

2.2.4.3. La sección transversal del diseño.

Para un buen dimensionamiento se tiene en cuenta que las carreteras de bajo volumen de tránsito, solo requieren:

2.2.4.4. Tipo de superficie de rodadura.

Según el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, considera que básicamente se utilizan los tipos de pavimentos siguientes:

- Carreteras de tierra y carreteras de grava.
- Carreteras afirmadas con material granular y/o estabilizadores.

2.2.5. Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación interrumpida de los vehículos, tratando de conservar la velocidad directriz en la mayor longitud de la vía que sea posible.

El alineamiento se debe hacer como sea más conveniente a las condiciones del relieve y minimizando siempre dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo de la carretera está compuesto de la adecuada succión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición.

Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo, están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable.

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión en TABLA N° 3 se muestran los ángulos de deflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

Figura 04: Ángulos de deflexión máximos que no requiere curva horizontal

| Velocidad directriz Km./h | Deflexión máxima aceptable sin curva circular |
|------------------------------|--|
| 30 | 2° 30' |
| 40 | 2° 15' |
| 50 | 1° 50' |
| 60 | 1° 30' |
| 70 | 1° 20' |
| 80 | 1° 10' |

2.2.6. Alineamiento Vertical.

Para definir el perfil longitudinal se adoptan los siguientes criterios.

- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno. De acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.
- En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conducirá a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.
- El eje que define el perfil, coincidirá con el eje central de la calzada.
- Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- Los valores específicos para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable el modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

2.2.7. Curvas Verticales.

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1% para carreteras no pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas.

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el índice de curvatura **K**. La longitud de la curva vertical será igual a al índice **K**. Multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes **(A)**

$$L = K.A.$$

Los valores de los índices K se muestran en la figura N° 6, para curvas convexas y en la figura N° 7, para curvas cóncavas.

Figura 07: índice para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa

| Velocidad directriz Km./h | LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO | | LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO | |
|---------------------------|--|-----------------------|---|-----------------------|
| | Distancia de visibilidad de frenado m. | Índice de curvatura K | Distancia de visibilidad de adelantamiento | Índice de curvatura K |
| 20 | 20 | 0.6 | -- | -- |
| 30 | 35 | 1.9 | 200 | 46 |
| 40 | 50 | 3.8 | 270 | 84 |
| 50 | 65 | 6.4 | 345 | 138 |
| 60 | 85 | 11 | 410 | 195 |
| 70 | 105 | 17 | 485 | 272 |
| 80 | 130 | 26 | 540 | 338 |
| 90 | 160 | 39 | 615 | 438 |

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Nota: manual de carreteras de diseño geométrico de bajo volumen de tránsito.

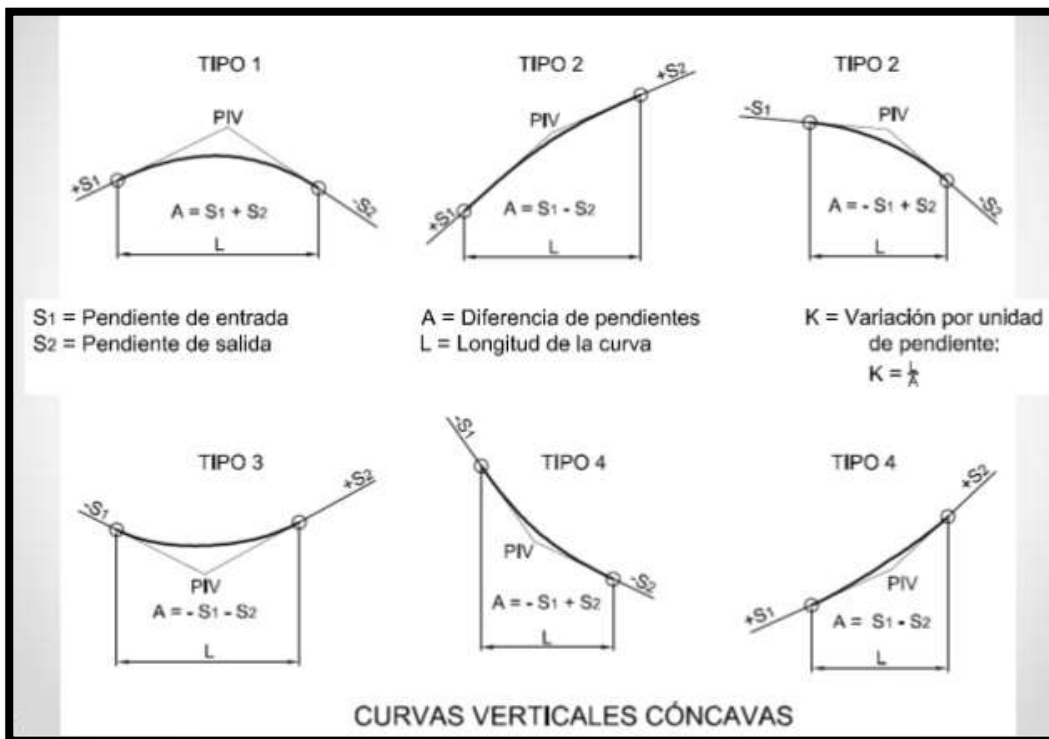
Figura 08: índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.

| VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H | DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO M. | ÍNDICE DE CURVATURA K |
|-----------------------------|---|--------------------------|
| 20 | 20 | 3 |
| 30 | 35 | 6 |
| 40 | 50 | 9 |
| 50 | 65 | 13 |
| 60 | 85 | 18 |
| 70 | 105 | 23 |
| 80 | 130 | 30 |
| 90 | 160 | 38 |

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

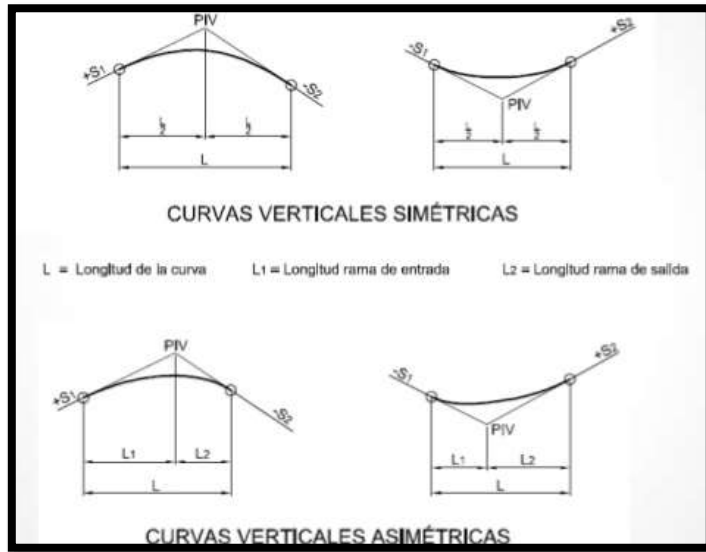
Nota: manual de carreteras de diseño geométrico de bajo volumen de tránsito

Figura 09: tipos de curvas verticales convexas y cóncavas



Nota: manual de carreteras de diseño de geométrico

Figura 10: tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas



Nota: manual de carreteras de diseño de geométrico

2.2.9. Pendientes.

En la carretera para el corte se evitara preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5% ni mayor al superficial de 2% en general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente en tramos de carretera con altitudes mayores a los 3000 m.s.n.m los valores máximos del cuadro N°8.

Figura 11: pendientes máximas

| OROGRAFÍA TIPO | Terreno plano | Terreno ondulado | Terreno montañoso | Terreno escarpado |
|-----------------------------|---------------|------------------|-------------------|-------------------|
| VELOCIDAD DE DISEÑO: | | | | |
| 20 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 30 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 40 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 50 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 60 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 70 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 80 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 90 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Nota: manual de diseño geométrico de carreteras

2.2.10. Secciones Transversales

2.2.10.1. Calzada.

En el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico IMDA - 50, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los de más casos, la calzada se dimensionará para dos carriles.

En la tabla N° 9 se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos. Para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Figura 12: ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (metros).

| Tráfico IMDA | 16 á 50 | | 51 á 100 | | 101 á 200 | | 201 a 350 | |
|-----------------|---------|------|----------|------|-----------|------|-----------|------|
| Velocidad Km./h | | * | | * | | * | | * |
| 25 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 6.00 |
| 30 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 6.00 |
| 40 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 6.00 |
| 50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 6.60 | 6.00 | 6.60 |
| 60 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.60 | 6.00 | 6.60 | 6.00 | 6.60 |
| 70 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.60 | 6.00 | 6.60 | 6.00 | 6.60 |
| 80 | 6.00 | 6.60 | 6.00 | 6.60 | 6.00 | 6.60 | 6.00 | 6.60 |
| 90 | 6.60 | 7.00 | 6.60 | 7.00 | 6.60 | 7.00 | 7.00 | 7.00 |

Nota: manual de carreteras de bajo volumen de transito

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3% en los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de transito con IMDA inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

2.2.10.2. Bermas.

A cada lado de la calzada, se proveen bermas con un ancho mínimo de 0.5m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluido señales y guardavías para este diseño no se ha considerado colocar bermas por ser una carretera a nivel de afirmado y con bajo volumen de tránsito.

2.2.10.3. Bombeo.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3% en los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte.

En los caminos de bajo volumen de tránsito con índice medio diario inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia una de los lados de la calzada.

Figura 13: bombeos de la calzada

| Tipo de Superficie | Bombeo (%) | |
|---|---------------------------|---------------------------|
| | Precipitación <500 mm/año | Precipitación >500 mm/año |
| Pavimento asfáltico y/o concreto Portland | 2,0 | 2,5 |
| Tratamiento superficial | 2,5 | 2,5-3,0 |
| Afirmado | 3,0-3,5 | 3,0-4,0 |

En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta un valor límite de 2%

Nota: manual de carreteras diseño geométrico de carreteras DG-2014.

2.2.10.5. Ancho de la plataforma.

El ancho de la plataforma a nivel de rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la sub-rasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje.

2.2.10.6. Taludes.

Los taludes para las secciones en corte y relleno varían de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. La altura admisible del talud y su inclinación se determinan, en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes.

Figura 14: valores referenciales para taludes en corte (relación H: V)

| Clasificación de Materiales de Corte | Roca Fija 1:10 | Roca Suelta 1:6 – 1:4 | Material Suelto Peralte 2% | | |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | Suelos Gravosos | Suelos limo arcilla o arcilla | Suelos arenosos |
| ALTURA DE CORTE Menor de 5.00 m | 1:10 | 1:6 – 1:4 | 1:1 – 1:3 | 1:1 | 2:1 |
| 5.00 – 10.00 | 1:10 | 1:4 – 1:2 | 1:1 | 1:1 | |
| Mayor de 10.00 | 1:8 | 1:2 | | | |

Fuente: manual de carreteras diseño geométrico de carreteras DG-2014

Figura 15: taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

| Materiales | Talud (V:H) Alturas (m) | | |
|---------------------------------|----------------------------|--------------|---------|
| | < 5.00 | 5.00 – 10.00 | > 10.00 |
| Material común (limos arenosos) | 1:1.5 | 1:1.75 | 2:1 |
| Arenas limpias | 1:2 | 1:2.25 | 1:2.25 |
| Enrocados | 1:1 | 1:1.25 | 1:1.5 |

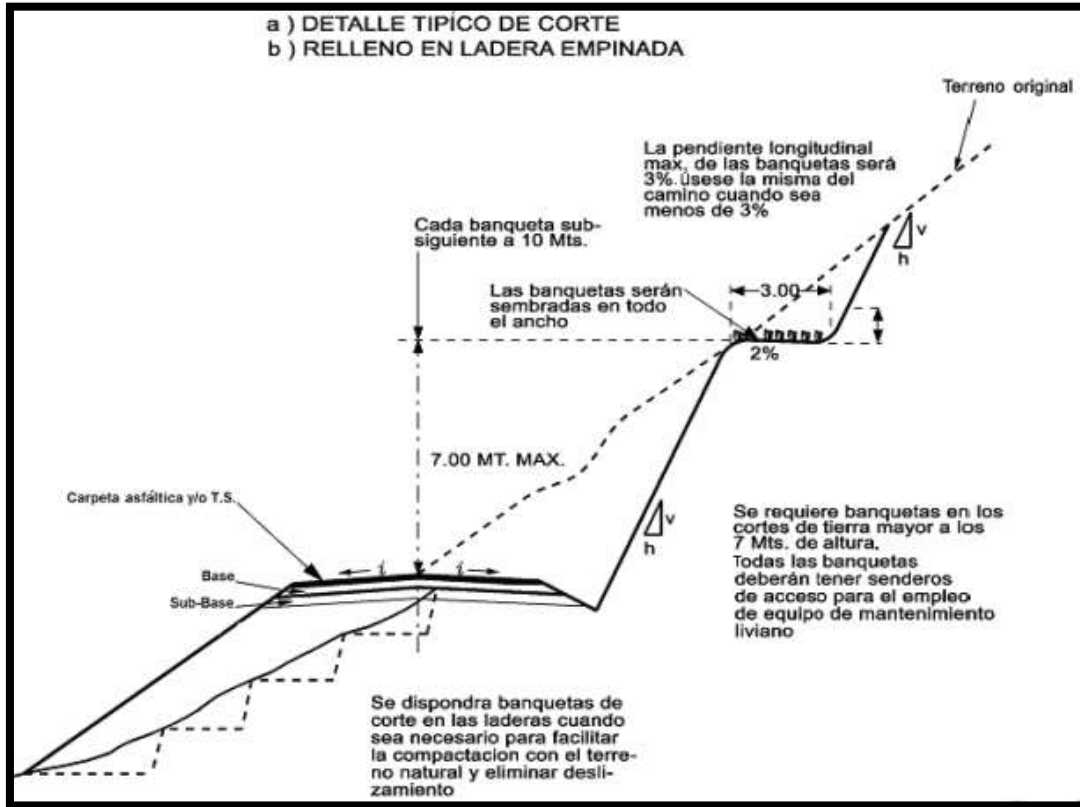
Nota: manual de carreteras diseño geométrico de carreteras DG-2014

2.2.11. Sección Transversal Típica.

La figura siguiente ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho de la carretera la estabilización del talud de corte; hacia el lado izquierdo, el talud estable de

relleno. Ambos detalles por separado, representan en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso “carreteras en corte cerrados” y en el segundo caso “carretera de relleno”.

Figura 16: Sección transversal típica.



Nota: Manual de carreteras diseño geométrico de carreteras dg-2014 de bajo volumen de tránsito.

2.2.12. Afirmado.

(MTC, 2007) las carreteras no pavimentadas con revestimiento granular en sus capas superficiales y superficie de rodadura (afirmando), corresponden generalmente a carreteras de bajo volumen de tránsito y un número de repeticiones de ejes equivalentes de hasta 300.000 EE en un periodo de diez años. Se clasifican en:

Carreteras con grava (lastrados), constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo, seleccionado manualmente zarandeado de tamaño máximo de 75 mm. Carreteras afirmadas, constituida por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tipos de material piedra, arena y arcilla siendo el tamaño máximo de 25 mm. Pues

pudiendo ser así afirmados con gravas naturales o zarandeadas o afirmadas con gravas homogenizadas mediante chancado.

- Afirmados con grava tratada con materiales como asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.
- Suelos naturales estabilizados con material granular y finos ligantes asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros,

Un aspecto que debe tomarse en cuenta en las carreteras no pavimentadas afirmadas, es el control de polvo, debido a que estas carreteras emiten polvo por el desprendimiento de los agregados finos por el tráfico circulante, la cantidad de polvo que se produce en un camino afirmado es muy variable, depende de la zona de la región (lluviosa o árida), del tráfico que soporta y la cantidad del afirmado.

2.2.13. Diseño De Afirmado.

Materiales y partidas específicas de la capa granular de rodadura. Capa de afirmado.

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia su se utiliza como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligada en la carretera afirmada.

El afirmado también requiere un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Así mismo necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado. **(EG-2014, P.111)**

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas o su uso como capa

inferior granular o como colchón anticontaminante, como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos está expuesto a perderse es inestable. En construcción de carreteras, se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas.

Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y además debe tener la cualidad de ser drenaje. (Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008).

Graduación de los materiales de la capa de afirmado.

EI (EGT-2008) distingue cuatro tipos de afirmado y si espesor y aplicaciones estará en función de IMD, según el catálogo de revestimiento granular, la capa de afirmado estará adecuadamente perfilada y compactada según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

Afirmado de tipo 1: corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9 excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. El espesor de la capa será el definido en el presente manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito, de clase T0 y T1, con IMD proyectado menos a 50 veh/día.

Afirmado tipo 2: corresponde a un material natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9, excepcionalmente se para incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utiliza en las carreteras de bajo volumen de transito case T2, con IMD proyectado entre 51 y 100 veh/día

Afirmado tipo 3: corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo o por chancado, con un índice de plasticidad hasta 9, excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito case T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 veh/día (P.198).

Es muy importante mencionar que el índice de plasticidad es muy importante que podrá llegar a un máximo de 12, y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa de rodadura en su superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular.

Esto puede ser crítico durante el periodo seco, pues necesitara riego de agua, en cambio, durante periodo húmedo, en la superficie pueden aparecer pequeñas huellas que después de la lluvia rápidamente se secan y endurecerán, por efecto de sol y el viento, en cambio, si la capa de presenta una gran cantidad de finos plásticos, esta grava causara problemas si es que la humedad llega a este nivel pues esta capa inferior perderá resistencia y estabilidad.

Causando nivel pues esta capa inferior perderá resistencia y estabilidad, causando ahuellamiento profundo o la falla total de la capa granular de rodadura (manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito 2008).

Manipulación y colocación del material afirmado.

(EG-CBT 2008) en la relación a la obtención y manipulación de los materiales en las canteras o fuentes, es muy importante que antes de comenzar a procesar el material, se retire la capa de tierra vegetal y la vegetación de la superficie pues esta contiene materia orgánica que no es buena para la superficie de la carretera.

Generalmente toda cantera o fuente de material tiene variaciones en las capas de revestimiento granular a explotar, pues se presentan capas aparentemente muy uniformes, pero cambiarán repentinamente con bolsones de un material

diferente y esto afecta la gradación total de la grava. Por eso es importante el conocimiento de las fuentes de materiales para conseguir una correcta explotación y una buena mezcla desde el comienzo del proceso. Las zonas superficiales que contienen una cantidad inusual de partículas gruesas presentan una condición suelta e inestable, mientras que otras zonas presentarían exceso de finos que provocarían ahuellamientos profundos durante el periodo de lluvias.

Cuando el afirmado tenga que ser colocado sobre la carretera, es importante que la superficie se encuentre en buenas condiciones, sin problemas de drenaje e imperfecciones sobre la superficie, baches, desniveles etc. Todos estos problemas deben ser eliminados hasta formar correctamente la sección transversal de la carretera entonces, el material de afirmado se puede colocar en un espesor uniforme y en el futuro será más fácil su mantenimiento, en caso que la superficie de la carretera sea lisa y este endurecida, se deberá escarificar ligeramente la superficie para conseguir una buena adherencia con el nuevo material. Esta es la única manera que una capa uniforme de afirmado nueva, pueda ser colocada.

El comportamiento de la capa de afirmado dependerá en gran parte de su ejecución, especialmente de la compactación que se le haya dado. La compactación reducirá los vacíos y aumentará el número de puntos de contacto entre partículas y el correspondiente rozamiento. La capa de afirmado debe ser compactada, por lo menos al 100% de la densidad máxima, determinada según el método de AASHTO T180. Otro aspecto importante el perfilado en cuanto a la conformación de bombeo y peraltes, cualquier defecto en el mismo constituye un impedimento para el drenaje superficial del agua de las lluvias.

La superficie de afirmado no tendrá ningún comportamiento similar a las superficies pavimentadas, siempre existirá pérdidas de agregados en todas las carreteras de afirmado. Durante la colocación de la capa de afirmado, se colocarán los dispositivos de control de tránsito de acuerdo a lo establecido en el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calle y carreteras.

(Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008) (P. 320).

Diseño de carreteras afirmadas (EG – 2013).

El trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores se suelos, que se colocan sobre una superficie preparada, generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utiliza como superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas. Según el (EG – 2013) para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizan materiales granulares procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el expediente técnico y aprobadas por el supervisor, así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidas por una mezcla de materiales de diversas procedencias.

Deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad.

- Desgaste los ángeles 50 % mas (MTC E 207)
- Limite liquido 35 % mas (MTC E 119)
- Índice de plasticidad 4.9 % (MTC E 111)
- CBR (1) 40 % min. (MTC E 132)

2.2.14.- Señalización.

a) Señales Reguladoras.

La ubicación de las señales será establecida de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente; precisando que cuando las condiciones

del tránsito así lo requieran, pueden colocarse al costado izquierdo o en pórticos, a fin de contribuir a su observación y respeto.

Figura 17: señales de adelanto



Nota: Manual de control de tránsito automotor para calles y carreteras

b) Señales Preventivas.

Deben ubicarse de tal manera, que los conductores tengan el tiempo de percepción-respuesta adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere. La distancia desde la señal preventiva al peligro que ésta advierte debe ser en función de la velocidad límite o la del percentil 85, de las características de la vía, de la complejidad de la maniobra a efectuar y del cambio de velocidad requerido para realizar la maniobra con seguridad.

Figura 18: señales preventivas – curvatura horizontal



c) Señales Informativas.

La ubicación longitudinal de las señales informativas queda determinada por su función y se especifica más adelante para cada tipo de señal. No obstante, dicha ubicación puede variar en un rango de hasta 20%, dependiendo de las condiciones del lugar y de factores tales como geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito, composición de éste y otros.

Figura 19: ejemplos de señales de dirección



Nota: Manual de control de tránsito automotor para calles y carreteras

2.3.- Bases Normativas.

- De acuerdo al Manual de carreteras diseño geométrico de carreteras DG-2014 de bajo volumen de tránsito.
- De acuerdo al Manual de carreteras de diseño geométrico de carreteras DG-2018 aprobado por DS N° 034-2008-MTC la cual es uno de los documentos técnicos de carácter normativo.

- Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, DG 2008.

2.4.- Definición De Términos Básicos

- **Mejoramiento.**

Consiste en el cambio de especificaciones y dimensiones de la vía, obras de arte o puentes, para lo cual. Se hace necesaria la construcción de obras en infraestructura ya existente, que permitan una adecuación de la vía a los niveles de servicio requeridos por el tránsito actual y proyectado.

- **Rehabilitación.**

Recuperar las características técnicas y funcionales de la carretera, respecto a la condición con la que fue construida, pudiendo incluir además de las intervenciones de la capa de rodadura, las capas subyacentes, recuperación de bermas, obras de arte y drenaje, señalización, así como intervenciones en puntos críticos debidamente justificadas.

- **Camino vecinal.**

Aquel camino costado, construido y conservado por el municipio, que suele ser más estrecho que las carreteras. En general permite enlazar pequeñas poblaciones entre sí, con la ciudad principal o entre puntos importantes del lugar.

- **Tramo.**

Son los puntos referenciales comprendidos entre dos puntos referenciales, localizados a lo largo del trazo o eje de camino.

- **Transitabilidad.**

En el nivel de servicio de infraestructura vial que asegura un estado, de la misma manera que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.

- **Caserío.**

Entidad de población rural que tiene un nombre propio y que posee tres o más viviendas cercanas entre sí, con una población inferior a los 301 habitantes.

- **Carretera:**

Infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad, puede estar constituida por una o varias calzadas, varios sentidos de circulación y estar de acuerdo a las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

III. Metodología De La Investigación

3.1.- Planteamiento de la Hipótesis

Las características para el diseño del mejoramiento del camino vecinal tramo emp pe 10c (Dv. Huamanmarca) Pampamarca – cachipampa - vacas, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión, la libertad, contiene actividades de cunetas, perfilado de taludes, peraltes y alineamiento de curvas y será de acuerdo

a las normas técnicas establecidas por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) desarrollados en el manual de carreteras: Diseño Geométrico (DG – 2014), con el objetivo de lograr una vía segura, eficiente y optima en su costo, contribuyendo benéficamente al Distrito de cochorco y sus caseríos.

3.2.- Tipo y Diseño de Investigación

3.2.1.- Tipo de Acuerdo al Diseño

- Aplicada (porque resuelve un problema específico de la población)
Ezequiel Ander-Egg Hernández (2010) indica que la investigación aplicada es una solución eficiente y con fundamentos a un problema que se ha identificado.

3.2.2.- Diseño de la investigación

- Descriptivo (no Experimental)
Kerlinger (1979, p. 116). "La investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones". De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.

3.3.- Definición de Variables

a.- Variable.

“diseño del mejoramiento del Camino vecinal tramo Emp pe 10c (Dv. Huamanmarca) Pampamarca – cachipampa - vacas, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión, la libertad

b.- definición conceptual.

Proyectos que comprenden el mejoramiento de las características geométricas y estructurales de la vía con variaciones en el eje transversal, ampliación de curvas y cambios en las características de la superficie de rodadura con respecto al diseño original de la carretera con la única finalidad de mejorar el tránsito vehicular en la zona.

c.- Dimensiones de La Variable.

- **Topografía del terreno:**

Toma de medidas ejecutadas sobre el terreno, que permite mostrar la topografía del terreno, obtenida en campo que nos brindara el perfil y las secciones del camino vecinal

- **Diseño geométrico de la carretera:**

Permitirá la realización de un trazo óptimo para el alineamiento horizontal y vertical de la carretera, siguiendo parámetros vigentes en el manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2014.

3.4.-Operacionalizacion de Variables.

| variable | defincion conceptual | defincion operacional | dimenciones | indicadores | unidad |
|---|--|---|-------------------------------------|------------------------------------|--------|
| "diseño geométrico de camino vecinal en el distrito de cochorco provincia de sanchez carrion, la libertad 2021" | son los proyectos que comprenden el diseño geométrico y ampliación de las características geométricas y estructurales de la vía con variaciones en el eje transversal, ampliación de curvas y cambios en las características de la superficie de rodadura respecto al diseño original del camino vecinal con la finalidad de mejorar el tránsito vehicular | las características mencionadas se exponen en función a la topografía del terreno, estudios de mecánica de suelos, estudios hidrológicos, diseño geométrico del camino vecinal, costos y presupuesto. | topografía del terreno | levantamiento altimétrico | M |
| | | | | equidistancias | M |
| | | | | ángulos de inclinación | "0" |
| | | | | perfiles longitudinales | M |
| | | | | vista de planta y secciones | M2, M3 |
| | | | estudios de mecánica de suelos | contenido de humedad | % |
| | | | | granulometría | % |
| | | | | límites de consistencia | % |
| | | | | C.B.R | % |
| | | | | densidad máxima proctor modificado | Gr/cm3 |
| | | | estudio hidrológico y obras de arte | precipitaciones | Mm |
| | | | | caudal de escorrentía | M3/s |
| | | | | alcantarillas, cunetas | UND |
| | | | | cuencas | UND |
| | | | diseño geométrico de la carretera | índice medio diario anual | % |
| | | | | trazo longitudinal | M |
| | | | | señalización | UND |
| | | | | metrados | MI |
| | | | índice de tráfico | estudio de demanda | UND |
| | | | | cálculo de índice medio diario | UND |
| | | | | tráfico proyectado | % |
| costos y presupuestos | metrados | Und. MI, m2, m3,kg, g, lb,pulg2 | | | |
| | análisis de costos unitarios | S/. | | | |
| | insumos | % | | | |
| | presupuesto | S/. | | | |

3.5.- Población y Muestra

3.5.1.- Población

- La carretera en estudio y toda su área de influencia

Ubicación Geográfica y Política

Departamento : La Libertad

Provincia : Sánchez Carrión

Distrito : cochorco

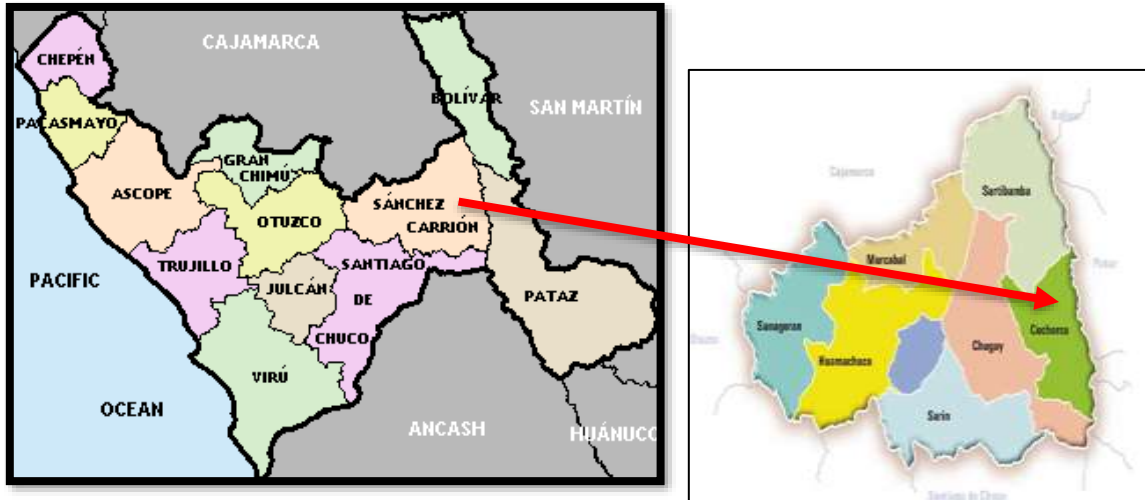
Caseríos :Pampamarca, cachipampa y Vacas.

Figura 20: Ubicación del departamento de la libertad



Fuente: elaboración propia

Figura 21: Ubicación de la provincia de Sánchez Carrión



Fuente: elaboración propia

Figura 22: Ubicación del Distrito de cochorco

Ubicación geográfica:

El presente proyecto políticamente se ubica dentro del distrito cochorco, provincia de Sánchez Carrión, Región La Libertad – Perú, teniendo su punto inicial (Progresiva 0+000) en el Dv Aricapampa –vacas y su punto final en el caserío de cerro grande (Progresiva 4+200). El proyecto consiste en la rehabilitación de un camino vecinal del distrito de cochorco, que tiene una longitud de 4.200 Km, pasando por el caserío de vacas, falso carral y anexo de cerro grande. Geográficamente el proyecto se encuentra emplazado en el flanco occidental de la Cordillera Oriental de los Andes.

Accesibilidad:

El acceso se realiza siguiendo las siguientes rutas:

Desde la ciudad de Trujillo.

- Trujillo – Otuzco. Carretera asfaltada
- Otuzco – Huamachuco – Laguna Sausacocha carretera afirmada
- Sausacocha – Chugay – El Molino – Aricapampa – Corrales – Chagual

El tráfico es diario, existiendo servicio de combis que hacen el recorrido con un costo, Trujillo-Aricapampa, de S/.70.00/pasajero.

- El acceso puede ser también por vía aérea desde la ciudad de Trujillo, hasta el aeropuerto de Chagual con tiempos de vuelo de 50 minutos, y desde Chagual por vía terrestre hasta Aricapampa.

Climatología:

El clima de la zona es el típico de la Cordillera de los Andes. En general, la temperatura ambiental disminuye con la altitud, mientras que la precipitación aumenta. La temperatura media anual oscila entre los 05 y 16°C.

Al igual que en el resto de los Andes peruanos, existe una época de lluvias que se extiende de noviembre a marzo, seguida de una época de estiaje entre los meses de abril a octubre.

Topografía de la Lugar:

Las altitudes que tiene el proyecto para la rehabilitación del camino vecinal están sobre los 2604 m.s.n.m aproximadamente de variada topografía, de quebradas y laderas, climas diversos y temperaturas cálidas, frías, secos y húmedos.

Aspectos sociales.

Población:

El distrito de Cochorco cuenta con una superficie de 258 KM² y una población de 9,340 habitantes según censo del 2009, resultando con una densidad poblacional de 39.1 Hab/Km². Tiene una población urbana de 5,617 personas y rural de 6,303 personas, entre los cuales 6,097 son hombres y 5,823 son mujeres. La tasa de

crecimiento intercensal para el distrito de Cochorco entre los años 1,981-1,993 fue de 3.4%.

Hay 6,718 personas que tienen una edad de 15 años o más lo cual representa el 56.36% de la población total.

Tabla 02: Datos de Población Censo 2,009

| | |
|---|--------|
| Población Censada | 11,920 |
| Población Urbana | 5,617 |
| Población Rural | 6,303 |
| Población Censada Hombres | 6,097 |
| Población Censada Mujeres | 5,823 |
| Tasa Crecimiento Intercensal (1981 - 1993) | 3.4 |
| Población de 15 años y más | 6,718 |
| Porcentaje de la población de 15 años y más | 56.36 |

Nota: Instituto Nacional de Estadística e Informática

La población en estudio está conformada por habitantes de los caseríos, Pampamarca – cachipampa - vacas con un aproximado de 1000 hab. Para proyectar la demanda estimada se utilizará la tasa de crecimiento poblacional de 1.41% para los 20 años de horizonte del proyecto.

Viviendas:

El distrito de Cochorco según el censo de Vivienda del 2009 tiene 2938 viviendas, de las cuales 223 viviendas cuentan con un servicio de desagüe, 1654 tienen alumbrado eléctrico.

Podemos resaltar también que los caseríos de mencionados cuentan con 75 viviendas.

Salud:

La atención profesional en salud pertenece a un equipo del Ministerio de Salud que atiende en el puesto de salud Aricapampa.

Los pacientes con enfermedades graves y si la situación lo permite son evacuados a Huamachuco o Trujillo.

Educación:

El distrito de cochorco cuenta con Instituciones Educativas Primarias y Secundarias, mientras que el caserío de Vacas tiene sólo Institución Educativa Primaria y secundaria; encontrándose los siguientes datos para el distrito de Cochorco en cuanto a educación según el censo del INEI del año 2009:

El 26.1% porcentaje de niños de edad entre 6 y 12 años no asisten a la escuela, además la tasa de analfabetismo de las mujeres mayores a 15 años es de 39.8%.

Sólo el 10.6% de las mujeres mayores a 15 años tienen secundaria completa; el 58.3% de los niños con edad entre 13 y 17 años no asisten a la escuela.

Además, el 32.5% de los niños con edad entre 9 y 15 años tienen atraso escolar.

Población económicamente activa:

La Población Económicamente Activa es la fuerza de trabajo que puede estar ocupada o desocupada interviniendo directa o indirectamente en la generación de bienes y servicios.

La Población Económicamente Activa mayor de 6 años de edad es de 3,805 personas, de los cuales 664 son Hombres y 3,141 son mujeres.

La tasa de actividad económica de la Población Económicamente Activa mayor a 15 años de edad es de 64.8.

El 33.5% de la PEA mayor a 15 años de edad se dedica a la agricultura y el 16.1% brinda servicios. Las principales actividades a las que se dedican los pobladores del distrito de Parcoy son: Agricultura, ganadería, Caza y Silvicultura con 1,036 personas; explotación de minas y canteras 1,253 personas; industrias manufactureras 203 personas; construcción 102 personas; Comercio, Reparación de Vehículos Automotores, Motocicletas, Efectos personales y enseres domésticos 170 personas.

3.5.2.- Muestra

- No se trabaja con muestra

3.6.- Técnicas, Procedimientos e Instrumentos

3.6.1.- Para Recolectar Datos

- La observación - fotografías

Fue de gran ayuda la población de los caseríos beneficiados y la Municipalidad Distrital de Cochorco.

También se utilizó equipos topográficos e instrumentos de recolección de muestras de suelo.

Tabla 01: equipos de topográficos

| topográficos | muestreo |
|---------------------|-----------------|
| Estación total | Tamices |
| Prismas | Horno |
| GPS diferencial | Bandejas |
| Winchas | Espátulas |
| Jalones | Balanzas, etc. |

Nota: elaboración propia

3.6.2.- Para Procesar Datos

- Utilización de cuadros estadísticos porcentuales
- Cuadros comparativos.
- También se hará uso de programas especializados como: AutoCAD, civil 3D.

A.-Estudio Topográfico:

Contendrá la información de los trabajos topográficos realizados, de manera clara y concisa, incluyendo información cartográfica georreferenciada correctamente a las escalas requeridas, considerando el relieve superficial accidentado, longitudes poligonales, magnitud de los errores de cierre, puntos de control enlazados a la red geodésica nacional GPS en el sistema WGS84, estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas UTM y geográficas.

B.-Estudio de Mecánica de Suelos y Canteras:

Para el dar inicio a la investigación de campo, se ejecutaron de acuerdo a lo establecido en la norma E. 050 del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E), las que han comprendido: exploración del terreno.

En campo se ejecutaron 10 excavaciones manuales del tipo calicata (ASTM D-420) que llegaron hasta los 1.50 metros de profundidad. Perfiles estratigráficos y obtención de muestras. En las calicatas efectuadas se registraron diferentes estratos que constituyen el terreno, mediante la identificación visual y manual según la norma ASTM D-248.

Ya con las calicatas efectuadas se extrajeron muestras de tierra que serán llevadas al laboratorio, para el respectivo estudio de suelos.

C.- Estudio Hidrológico:

Comprenderá los resultados de los estudios realizados en la zona donde se plantea el proyecto y el diseño hidráulico de las obras de arte y drenajes correspondientes, teniendo como base el reconocimiento de cada uno de los cauces y obras de evacuación de agua existentes a lo largo de toda la vía, estableciendo los parámetros de diseño de nuevas estructuras o el plan para la conservación de las existentes.

Tendremos a disposición los resultados de los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, también incluiremos en diseño de las obras de arte requeridas contenido los planos y memorias de cálculo correspondientes. Cumpliendo las disposiciones del manual de carreteras: hidrología, Hidráulica y Drenaje, teniendo las consideraciones siguientes:

- Estudio del régimen hidráulico en los sectores previsto con los resultados obtenidos del estudio hidrológico y establecimiento de los parámetros de diseño.
- Justificación técnica de las obras de drenaje superficial y subterráneas requeridas por el proyecto.
- Evaluación del estado de las obras de drenaje existentes, en cuanto a su capacidad de carga, sección, condición, etc.; con la finalidad de determinar su reforzamiento, ampliación o remplazo.

D.- Diseño Geométrico:

El diseño geométrico del proyecto cumplirá con las disposiciones del Manual de Diseño Geométrico, conteniendo la memoria de cálculo, planos y de más documentos según corresponda:

- Criterios técnicos generales adoptados para el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal del proyecto.
- Clasificación del proyecto.
- Estudio de demanda de tráfico
- Velocidad de diseño del proyecto por tramos homogéneos.
- Visibilidad, curvas horizontales y verticales, tangentes, pendientes, peraltes, sección transversal, taludes, intersecciones, etc.
- Memoria de cálculo, planos y otros.

V.- Resultados

5.1.- Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico de la carretera se ubicó BMS, los que se presentan en los planos adjuntados. Los niveles y coordenadas se describen en el plano, los BMS están ubicados sobre elementos fijos de difícil remoción.

La zona geográfica del lugar se encuentra ubicada entre las alturas 2,604.00 m.s.n.m. llegando a los 2851.210 m.s.n.m. el trabajo es realizado en dos fases, la primera mediante una inspección visual de todo el tramo, y la segunda se realiza mediante la estación total para obtener los puntos definitivos del terreno.

Reconocimiento de la zona en estudio

Se realizará una inspección ocular detallada desde el punto inicial al punto final de todo el tramo, así determinar la mejor ubicación de alineamientos de la carretera existente.

En los trabajos a realizar de gabinete se podrá ubicar correctamente el eje de la carretera, así podremos brindar los mejores accesos a desvíos, terrenos adyacentes y los caseríos beneficiados.

Según la inspección ocular realizada obtenemos:

El tramo es una trocha carrozable en muy malas condiciones donde se pueden observar zonas fangosas, erosión de plataforma, fenómenos de remoción en masa que impiden el tránsito.

Desde la progresiva 0+000 (Dv. Aricapampa) hasta la progresiva 1+350 se tiene una zona con pendientes medias que fluctúan entre 40° y 50°.

Luego entre las progresivas 1+350 y 5+160 se tiene una zona de laderas sobre ondeadas donde los principales problemas son: la erosión de plataforma, formación de lodos, deslizamientos superficiales y reptación de suelos.

Entra las progresivas 5+160 y 7+000 se tiene una zona semiplana donde el principal problema es la infiltración de agua lo que produce reptación de suelos.

A partir del Km. 7+200 se tiene pendientes medias que varían entre 30° y 50° donde se observa el pase de varias quebradas erosionando la plataforma.

Además de esto se observa deslizamientos rotacionales controlados por el tipo de material y formados por la infiltración de agua.

La mayor parte de la plataforma es angosta, aproximadamente de 3.00 metros de ancho.

Aproximadamente del km. 2 al Km. 4, existen curvas con radio reducido, que tendrán que ampliarse a fin de facilitar el paso de los vehículos de carga.

Ubicación del punto inicial.

Después de haber realizado el reconocimiento de la zona, procedemos a ubicar los puntos inicial y final, para el trazo de la ruta teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- la calidad del terreno
- ausencia de fallas geológicas
- condiciones de drenaje
- longitud de la ruta
- pendientes más favorables al tráfico
- mejor alineamiento
- suministro de calidad y materiales de construcción
- costos de construcción

En el levantamiento topográfico se considera 10 MB a lo largo del eje de la carretera.

Punto inicial (Bm0)

Este punto se ubica en el km: 0+000 y tiene como coordenadas UTM: N: 9120000
E: 222800 y una altitud de 2427.000 m.s.n.m.

Punto inicial (Bm1)

Este punto se ubica en el km: 1+000 y tiene como coordenadas UTM: N: 9119200
E: 223000 y una altitud de 2515.052 m.s.n.m.

Punto inicial (Bm2)

Este punto se ubica en el km: 2+000 y tiene como coordenadas UTM: N: 9119200
E: 222800 y una altitud de 2603.506 m.s.n.m.

Punto inicial (Bm3)

Este punto se ubica en el km: 3+000 y tiene como coordenadas UTM: N: 9119200
E: 222400 y una altitud de 2694.735 m.s.n.m.

Punto inicial (Bm4)

Este punto se ubica en el km: 4+000 y tiene como coordenadas UTM: N: 9119200
E: 222000 y una altitud de 2763.526 m.s.n.m.

Puesta en Marcha del Levantamiento topográfico.

Con el objetivo de determinar la altimetría y la planimetría de la zona de trabajo con sus respectivos BM, para su futuro control, determinar los volúmenes de materiales a remover en la construcción y distancias exactas que se requiere para el cálculo de costos de materiales a emplearse para así elaborar un buen proyecto y obtener el plano topográfico que defina el terreno en estudio en los planos se han dibujado las curvas de nivel que representan la topografía del terreno.

El levantamiento topográfico se inicia colocando los 10 puntos de control al inicio y final de la carretera los que servirán para calcular el cierre de nuestra poligonal armada a lo largo de los 7.200 km. La toma de datos es realizada con estación total por el método de radiación simple, los equipos empleados en los trabajos fueron: Estación total Leica TS-02 y un GPS Garmin Etrex.

Sistema De Coordenadas UTM y Altimetría.

De acuerdo a los TDR el cálculo de las coordenadas UTM correspondientes a los vértices de la poligonal definitiva, se tomarán como referencia los puntos de coordenadas de los hitos geodésicos obtenidos por el GPS marca GARMIN ETREX navegable, los que se usarán como puntos definitivos por posicionamiento satelital (GPS) con el sustento correspondiente.

Posteriormente se efectuó el cierre de la poligonal y compensaciones para poder llevarlos a coordenadas UTM mediante equipos GPS, el cual como base el DATUM WG84 Z-18 S, según los términos de referencia.

Definición de la poligonal de trazo.

El levantamiento del eje del camino se ha realizado por el método de poligonal abierta, mediante trazo directo, siguiendo el alineamiento del camino existente, tratando de aprovechar al máximo la plataforma existente, manteniendo en lo posible el ancho actual del camino.

El punto inicial ha sido determinado directamente en el campo, cuyas coordenadas de ubicación, que nos sirven de base para referenciar el resto de puntos de la poligonal, han sido tomados con GPS navegador marca Garmin, modelo 12Map en el sistema de coordenadas WGS84.

El estacado del eje en campo se hizo cada 20 metros en tangentes, 10 metros en curvas, dejándose las estacas y progresivas pintadas con pintura esmalte de color naranja, incluyendo el PI, PC y PT de cada curva.

Adicionalmente se han ubicado progresivas no enteras, donde es necesario proyectar obras de arte y/o drenaje.

También se han realizado levantamientos topográficos complementarios, en las canteras, badenes críticos y zonas con problemas de estabilidad de taludes.

Secciones transversales.

En el terreno se ha tomado, con eclímetro, las secciones transversales a lo largo del eje del camino en cada una de las estacas dejadas tomando datos hasta 20 metros a cada lado del eje de la carretera, para de esta manera, procesar los datos, que no permitan obtener posteriormente las curvas de nivel con una equidistancia de 2 metros. Estos datos también nos permiten dibujar las secciones del terreno natural que aparecen en los planos, determinándose que en algunas secciones falta

completar su ancho mínimo, para lo cual será necesario realizar cortes y/o proyectar muros de sostenimiento.

También se ha tomado las secciones transversales, en las progresivas donde se ubican las obras de arte y drenaje, siguiendo la dirección del curso de agua de tal manera, que nos permita ubicar adecuadamente las obras de arte y drenaje.

Nivelación.

La nivelación ha sido geométrica diferencial con una precisión de 0.012 metro por cada kilómetro, nivelándose todas las estacas del eje, así como las progresivas donde se ubican las obras de arte y drenaje.

Para asegurar la calidad de la nivelación, se realizó corridas de cierre cada kilómetro, comprobando el error de cierre menor a la tolerancia máxima.

En el terreno han sido ubicados los BM., cada kilómetro aproximadamente, en lugares apropiados para que no interfieran con las obras, en el proceso de ejecución del proyecto. Estos BM han sido ubicados en elementos fijos, que aseguren su permanencia hasta la etapa de la construcción.

Replanteo.

Luego de haber diseñado el eje de la vía, se procedió a trazar la poligonal y sus vértices, con la conformidad del MTC, para luego referenciarlos a puntos inamovibles del sector.

Los vértices (PIs) de la poligonal definitiva se han monumentado, y están referenciados a coordenadas UTM DATUM WG84 Z – 18 S, para permitir una fácil ubicación del replanteo respectivo con ángulos de deflexión y elementos calculados de las curvas horizontales.

Control horizontal.

Este punto de control queda determinado con dos o más puntos fijos cuya posición se determina horizontalmente con precisión por la distancia y el norte magnético.

Control vertical.

Para la nivelación de la poligonal, se inició en el primer BM de cota conocida, empleando el método de nivelación compuesta, y obtener la cota del terreno natural para cada estaca, y en los puntos intermedios importantes, usándose para ello el nivel electrónico, una mira de 4m. Teniendo una fina lectura al milímetro, cerrando los circuitos respectivos de las cotas y dejando BMs auxiliares los cuales fueron enumerados al costado de a la vía y sobre todo en puntos fijos de los terrenos, preferentemente monumentados.

5.2.- Estudio De Mecánica De Suelos Y Canteras

Determinación del número de calicatas y ubicación

La excavación de las calicatas fue 1.00 x 1.00 m (aproximadamente) a cielo abierto con una profundidad de 1.50 m.

- Las calicatas se realizaron en lugares estratégicos para poder determinar información adecuada.
- Se realizó una calicatas uno por cada kilómetro para lo cual se tomó en cuenta lo que indica el manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Tablas 03: Número de Calicatas para Exploración de Suelos

| Tipo de Carretera | Profundidad (m) | Número Mínimo de Calicatas |
|---|--|----------------------------------|
| Carretera de Bajo Volumen de Transito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada. | 1.50 respecto al nivel de subrasante del proyecto. | 1 calicata x cambio de Material. |

Tablas 04: número de CBR para Exploración de Suelos

| Tipo de Carretera | Número Mínimo de Calicatas |
|---|-------------------------------|
| Carretera de Bajo Volumen de Transito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada. | Cada 1 Km se realizara un CBR |

Fuente: realizado, teniendo en cuenta el tipo de carretera establecido en el RD 037 -2008 MTC/14 y el manual de Ensayo de Materiales del MTC.

Tabla 05: Número de Calicatas y su Ubicación

| Calicata | Kilometraje |
|---------------------------|----------------|
| Calicata N ^a 1 | : Km. 00 + 000 |
| Calicata N ^a 2 | : Km. 01 + 000 |
| Calicata N ^a 3 | : Km. 01 + 000 |
| Calicata N ^a 4 | : Km. 01 + 000 |
| Calicata N ^a 5 | : Km. 04 + 000 |
| Calicata N ^a 6 | : Km. 05 + 000 |
| Calicata N ^a 7 | : Km. 06 + 000 |
| Calicata N ^a 8 | : Km. 07 + 000 |

Nota: elaboración propia

Determinación del N° de Ensayos de Resistencia

Ensayos de laboratorio.

Los ensayos de suelos de las muestras representativas del terreno de cimentación y del subsuelo realizados en laboratorio mediante normas.,

Ensayos Generales.

Estos ensayos nos permiten determinar las principales características de los suelos, para poder clasificarlos e identificarlos adecuadamente; son los siguientes:

- Contenido de humedad, referencia ASTM D 2216-92, MTC E 107 – 1999.
- Análisis granulométrico por tamizado, referencia ASTM D 421, AASHTO T88, MTC E107-1999.
- Límites de Consistencia (límite líquido y límite plástico), referencia ASTM D4318, AASHTO T89, T90, MTC E 110-1999 Y E 111-1999
- **Ensayo de Control o Inspección.**

Se realizan para asegurar una buena compactación en campo, así mismo para determinar el grado de compactación, este ensayo es:

- Compactación próctor modificado, mediante el cual se determina el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca, referencia ASTM D1557, AASHTO T 180, MTC E 115-1999.

Ensayos de Resistencia.

Su finalidad es evaluar la capacidad portante del suelo, mediante los resultados obtenidos en el ensayo de.

- Carga – penetración (California Bearing Ratio -CBR), referencia ASTM D1883 y ASTM D4429 –93, MTC E132-1999.

Labores de gabinete.

Clasificación de suelos.

Con los datos de los ensayos generales de las muestras de suelos de cada estrato de las calicatas se realiza la clasificación empleándose los sistemas AASHTO (American Association State Highway Transportation Officials) y SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

Perfiles estratigráficos.

Se elaboran realizando la exploración geotécnica, considerando las observaciones en campo de las calicatas y con los resultados de los ensayos generales de las muestras de cada estrato, procediendo a su interpretación concluyendo con los perfiles estratigráficos, lo que sirve para verificar similitudes y diferencias en el subsuelo. En los perfiles se indica la potencia, las características, y la clasificación de suelo de cada estrato

Determinación de los parámetros de control de compactación.

Con los datos de los ensayos de compactación próctor modificado para cada tipo de suelo de la subrasante se determina los parámetros de control: densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad, para que cuando se construya la carretera se pueda determinar el grado de compactación.

Para nuestro caso se realizó los ensayos de la muestra más representativa, eligiendo la calicata N° 4, en el kilómetro 3+000, con los siguientes resultados:

Máxima densidad seca : 1.925

Contenido óptimo de humedad : 14.50%

Determinación de la capacidad de soporte de la subrasante.

Con los datos del ensayo de las muestras representativas de la subrasante se determina el parámetro de resistencia CBR para diseñar el espesor del afirmado, con los siguientes resultados.

Figura 24: selección de calicatas para muestra

| Calicata N° | Progresiva | CBR | |
|-------------|------------|--------|---------|
| | | Al 95% | Al 100% |
| C1 | 0+000 | 9.20 | 13.05 |
| C2 | 5+000 | 8.70 | 12.35 |

Nota: de elaboración propia

En nuestro caso, escogemos el terreno más crítico para el diseño del afirmado, siendo el terreno de la calicata 4, en el kilómetro 3+000, con un CBR de 8.70% al 95%.

5.2.1- Estudio De Canteras:

Para la construcción de carreteras, es necesario utilizar materiales cuya capacidad portante sea la adecuada para resistir las cargas de los vehículos, así como el desgaste por fricción, por lo que los materiales que se obtengan de canteras son analizados en laboratorio para determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

Trabajo de campo.

Del reconocimiento en campo se ubicó las siguientes canteras en las siguientes progresivas.

Km. 0+000 - 0+100

Km. 5+250 -5+360

Para determinar las propiedades físico- mecánicas del material se realizaron calicatas a cielo abierto de 1.00 m. de lado aproximadamente y se obtuvo

muestras alteradas representativas, las que fueron identificadas y colocadas en costales, y posteriormente se trasladaron a laboratorio de suelos, para que se realicen los ensayos generales y especiales.

Trabajos De Laboratorio.

Ensayos Generales.

Estos ensayos nos permiten determinar las características de los suelos, para poder clasificarlos e identificarlos adecuadamente; son los siguientes:

- Contenido de humedad, referencia ASTM D 2216-92, MTC E 107 – 1999
- Análisis granulométrico por tamizado, referencia ASTM D 421, AASHTO T88, MTC E107-1999
- Límites de Consistencia (límite líquido y límite plástico), referencia ASTM D4318, AASHTO T89, T90, MTC E 110-1999 Y E 111-1999
- Equivalente de arena, referencia ASTM D2419

Ensayo de Control o Inspección.

Se realizan para asegurar una buena compactación en campo, así mismo para determinar el grado de compactación, este ensayo es:

Compactación próctor modificado, referencia ASTM D1557, AASHTO T 180, MTC E 115-1999.

Labores de gabinete.

Clasificación del material.

Con los datos de los ensayos generales de las muestras de las canteras se realiza la clasificación de los materiales, empleándose los sistemas AASHTO (American Association State Highway Transportation Officials) y SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

Determinación de los parámetros de control de compactación.

Con los datos de los ensayos de compactación próctor modificado se determina los parámetros de control: densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad, para que se pueda determinar el grado de compactación en el momento de la ejecución.

Determinación de los parámetros de resistencia del material.

Con los datos de los ensayos de las muestras se determina el parámetro de resistencia CBR y el porcentaje de desgaste por abrasión. Las canteras identificadas y analizadas, presentan las siguientes características, de acuerdo a los ensayos respectivos:

Cantera 1.

| | | |
|----------------------------------|---|-----------------------|
| Ubicación | : | cantera chagual |
| Volumen | : | 15,000 M3. |
| Clasificación de Suelos (SUCS) | : | GP-GM |
| Clasificación de Suelos (AASHTO) | : | A-1-a (0). |
| Abrasión | : | 48.90% |
| Índice de plasticidad | : | 5.70% |
| CBR 95% | : | 41.0% |
| CBR 100% | : | 66.5%. |
| Tipo de roca | : | Depósito cuaternario. |
| Rendimiento | : | 80%. |

Método de explotación.

Se retirará toda la capa de material orgánico y se depositará en un lugar adecuado, conservándolo para que posteriormente se utilice en la restauración y revegetación del lugar, luego la extracción del material será de arranque directo utilizando tractor con ripper o excavadora, el acopio se realizará con cargador frontal, y la selección se hará mediante zarandeo para obtener

material para el afirmado, se apilará en zonas de trabajo y almacenaje adecuados.

5.3.- Estudio Hidrológico

5.3.1.- Análisis hidrológico.

El diseño de los cruces de agua requiere del conocimiento de las características de dichos cursos, para estimar la cantidad y tipo de flujo que puede pasar por determinado punto y dimensionar las estructuras que permiten el paso del flujo sin ocasionar daños a la vía ni generar impactos ambientales negativos. Las características hidrológicas de una región se determinan por su clima, su estructura geológica, su configuración topográfica y sus características fitográficas.

5.3.2.- Climatología

a.- Pluviosidad.

El módulo pluviométrico anual promedio, en la zona de estudio, es de aproximadamente 1250 mm, variando ligeramente con la altitud en la zona de influencia del proyecto.

Generalmente, para un mismo año, las mayores láminas de precipitación tienen lugar en el periodo húmedo, en cambio las mínimas se registran en el período de estiaje. Sin embargo, las tormentas de mayores láminas no siempre generan las mayores intensidades, presentando estas últimas una marcada variabilidad en el tiempo y en el espacio; por ello es necesario realizar un minucioso análisis de las tormentas críticas en materia de intensidades puesto que estas últimas están íntimamente relacionadas con los grandes volúmenes de escorrentía directa, los que deben ser evacuados rápidamente a través de los sistemas de drenaje superficial.

b.- Temperatura.

En cuanto al régimen de temperatura se puede afirmar que, para la misma localidad, los promedios mensuales se mantienen casi estacionarios durante el año y de un año a otro, con una desviación típica que puede considerarse pequeña. Sin embargo, existe una marcada variabilidad de los promedios con la altitud y entre los promedios extremos de máximas y mínimas. Se estima que la temperatura promedio anual en la zona del proyecto es del orden de 8.0 °C con una desviación típica media de 2.4°C, alcanzando promedios máximos y mínimos extremos de 20°C y - 4°C, respectivamente.

C.-Humedad Relativa.

Similarmente a lo que ocurre con la temperatura, la humedad relativa varía con la altitud, estimándose que para la zona de estudio los promedios porcentuales de esta variable están comprendidos entre el 45% y 65%. Correspondiendo los mayores valores a los lugares de mayor altitud y al periodo húmedo (enero - abril) y los menores a los de menor altitud y al periodo de estiaje (mayo - Setiembre).

d.- Evapotranspiración.

La evapotranspiración potencial promedio en la zona del proyecto puede estimarse que varía desde 3.8 mm/día hasta 4.7 mm/día.

De acuerdo a los índices promedio de clasificación climática de Thornwaite, el clima de la zona del proyecto puede considerarse como un semi seco y frio.

5.3.3.- Información Climatológica Especifica.

Debido al tipo de área receptora – colectora de las aguas pluviales de los diferentes tramos de vía, la información adecuada para este tipo de estudio está constituida por intensidades máximas de precipitación. Sin embargo, esta información registrada en pluviógrafos es muy escasa, requiriéndose de

metodologías adecuadas que permitan la transposición de información desde localidades climatológicamente similares o próximas a la zona de estudio, partiendo de variables regionales de mayor incidencia y de parámetros hidrológicos adimensionales más representativos.

Evaluando el comportamiento de variables climatológicas regionales, se ha determinado que, en la zona de estudio, por estar ubicada a una zona geográfica semejante que la estación Weberbauer es posible generar información a partir de tal Estación.

La transferencia de información, a partir de la estación climatológica antes mencionada, se basa en la similitud climatológica y geográfica y en la cantidad de agua precipitable que depende del punto de rocío, el que a su vez depende de la altitud sobre el nivel del mar y de la temperatura. De acuerdo con los valores promedio de temperatura y altitud se deduce que el factor de ajuste por cantidad de agua precipitable, para la localidad de Aricapampa es: 1.1380 Valor con el que se han obtenido las intensidades máximas en 24 horas.

5.3.4.- Hidrología de Drenaje Superficial.

La hidrología del drenaje de carreteras comprende el sistema interceptor de flujos laterales (cunetas y canales de coronación), y el sistema transversal constituido por: alcantarillas, puentes, pontones, badenes, etc.

5.3.5.- Hidrología de Cunetas y/o Canales de Coronación.

Tanto las cunetas como los canales de coronación constituyen las estructuras laterales de intercepción más importantes del sistema de drenaje. Pues su función es captar las aguas, conducir las y entregarlas al sistema transversal de drenaje.

5.3.6.- Intensidades de Diseño.

Teniendo en cuenta la categoría de carretera del presente proyecto, la seguridad y economía del mismo, la intensidad máxima prevista para el diseño se determina del siguiente modo:

- Seleccionamos el evento de diseño de años de tiempo de retorno, correspondiente a la incertidumbre del 05 %, vale decir con un rango de seguridad del 95% para este tipo de Estructuras en Ingeniería, en un periodo de 29 años consecutivos. Luego, considerando que las áreas parciales de drenaje tienen diferentes tiempos de equilibrio según pendiente y tipo de cobertura superficial como se muestra en el cuadro N° 07, se determina las intensidades máximas en cada área de estudio, para un periodo de vida útil de 10 años (cunetas), y para un periodo de vida útil de 20 años (alcantarillas y badenes)

El término de escorrentía transpuesto desde la estación Weberbauer, con un factor de ajuste de 1.138 por cantidad de agua precipitable permite obtener gastos para la zona del proyecto.

5.3.7.- Hidrología de Badenes y Alcantarillas.

Las alcantarillas son pasos de agua transversales que permiten evacuar los flujos concentrados y los provenientes del sistema de coronación y cunetas contiguas.

5.3.8.- Alcantarillas.

Las alcantarillas o pases de agua hacia cursos no establecidos se diseñarán con descargas que se indican en el cuadro de cálculo correspondiente, provenientes de cada lado de cuneta. Para cauces establecidos, se utilizará el caudal que aporte la sub-cuenca correspondiente.

Tabla 06: Determinación de Intensidades del Proyecto.

DETERMINACION DE INTENSIDADES PARA EL PROYECTO:

Intensidades maximas (mm/h) para diferentes periodos de duracion

ESTACION :AUGUSTO WEBERBAUER

LATITUD: 07°10`S

LONGITUD: 78°30`W

ALTITUD: 2680 m.s.n.m.

$$I_p = \left(\frac{H_p}{H_w} \right) \left(\frac{T_w}{T_p} \right) I_w$$

$I_p = 1.138 I_w$

INTENSIDADES MAXIMAS REGISTRADAS (Cuadro Nº 01)

| AÑO | 5 min | 10 min | 30 min | 60 min | 120 min |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1973 | 101.00 | 71.00 | 24.10 | 14.00 | 11.05 |
| 1974 | 73.00 | 58.00 | 34.00 | 18.00 | 9.10 |
| 1975 | 90.00 | 50.00 | 24.00 | 16.00 | 10.00 |
| 1976 | 68.00 | 63.00 | 37.00 | 19.00 | 9.00 |
| 1977 | 65.00 | 53.00 | 37.10 | 21.00 | 11.00 |
| 1978 | 26.00 | 24.00 | 21.00 | 12.00 | 6.00 |
| 1979 | 60.00 | 60.00 | 38.00 | 23.00 | 14.00 |
| 1980 | 73.02 | 60.02 | 33.8 | 21.08 | 13.02 |
| 1981 | 67.20 | 54.80 | 29.13 | 15.54 | 9.28 |
| 1982 | 88.29 | 75.15 | 37.2 | 23.1 | 13.27 |
| 1983 | 75.30 | 50.40 | 31.4 | 23.71 | 13.99 |
| 1984 | 112.80 | 71.80 | 27.60 | 15.63 | 9.80 |
| 1985 | 59.31 | 54.4 | 25.56 | 14.7 | 8.05 |
| 1986 | 84.60 | 65.40 | 30.11 | 15.6 | 8.23 |
| 1987 | 76.00 | 49.20 | 21.60 | 13.20 | 7.95 |
| 1988 | 70.40 | 52.80 | 23.00 | 13.79 | 7.85 |
| 1989 | 73.40 | 47.80 | 28.04 | 16.48 | 9.64 |
| 1990 | 111.60 | 75.00 | 37.94 | 23.18 | 12.30 |
| 1991 | 83.10 | 73.40 | 40.80 | 25.52 | 14.17 |
| 1992 | 56.10 | 38.52 | 18.60 | 10.10 | 5.20 |
| 1993 | 57.75 | 50.67 | 28.2 | 17.54 | 9.71 |
| 1994 | 91.50 | 64.20 | 36.20 | 19.00 | 12.90 |
| 1995 | 71.10 | 56.30 | 28.70 | 16.70 | 9.30 |
| 1996 | 81.30 | 60.20 | 32.40 | 17.90 | 11.10 |
| 1997 | 82.20 | 68.10 | 35.00 | 17.90 | 8.90 |
| 1998 | 92.00 | 66.30 | 40.60 | 27.10 | 13.50 |
| 1999 | 89.00 | 65.00 | 45.00 | 26.00 | 12.00 |
| 2000 | 70.00 | 56.00 | 35.00 | 23.00 | 14.00 |
| 2001 | 56.00 | 50.00 | 30.00 | 18.00 | 6.00 |

Nota: elaboración propia

Tabla 07: Intensidades De Lluvia Del Proyecto

| N | INTENSIDADES MÁXIMAS(mm/h) | | | | |
|----|----------------------------|--------|--------|--------|---------|
| | 5 min | 10 min | 30 min | 60 min | 120 min |
| 1 | 114.938 | 80.798 | 27.426 | 15.932 | 12.575 |
| 2 | 83.074 | 66.004 | 38.692 | 20.484 | 10.356 |
| 3 | 102.420 | 56.900 | 27.312 | 18.208 | 11.380 |
| 4 | 77.384 | 71.694 | 42.106 | 21.622 | 10.242 |
| 5 | 73.970 | 60.314 | 42.220 | 23.898 | 12.518 |
| 6 | 29.588 | 27.312 | 23.898 | 13.656 | 6.828 |
| 7 | 68.280 | 68.280 | 43.244 | 26.174 | 15.932 |
| 8 | 83.097 | 68.303 | 38.464 | 23.989 | 14.817 |
| 9 | 76.474 | 62.362 | 33.150 | 17.685 | 10.561 |
| 10 | 100.474 | 85.521 | 42.334 | 26.288 | 15.101 |
| 11 | 85.691 | 57.355 | 35.733 | 26.982 | 15.921 |
| 12 | 128.366 | 81.708 | 31.409 | 17.787 | 11.152 |
| 13 | 67.495 | 61.907 | 29.087 | 16.729 | 9.161 |
| 14 | 96.275 | 74.425 | 34.265 | 17.753 | 9.366 |
| 15 | 86.488 | 55.990 | 24.581 | 15.022 | 9.047 |
| 16 | 80.115 | 60.086 | 26.174 | 15.693 | 8.933 |
| 17 | 83.529 | 54.396 | 31.910 | 18.754 | 10.970 |
| 18 | 127.001 | 85.350 | 43.176 | 26.379 | 13.997 |
| 19 | 94.568 | 83.529 | 46.430 | 29.042 | 16.125 |
| 20 | 63.842 | 43.836 | 21.167 | 11.494 | 5.918 |
| 21 | 65.720 | 57.662 | 32.092 | 19.961 | 11.050 |
| 22 | 104.127 | 73.060 | 41.196 | 21.622 | 14.680 |
| 23 | 80.912 | 64.069 | 32.661 | 19.005 | 10.583 |
| 24 | 92.519 | 68.508 | 36.871 | 20.370 | 12.632 |
| 25 | 93.544 | 77.498 | 39.830 | 20.370 | 10.128 |
| 26 | 104.696 | 75.449 | 46.203 | 30.840 | 15.363 |
| 27 | 101.282 | 73.970 | 51.210 | 29.588 | 13.656 |
| 28 | 79.660 | 63.728 | 39.830 | 26.174 | 15.932 |
| 29 | 63.728 | 56.900 | 34.140 | 20.848 | 6.828 |

Nota: elaboración propia

Tabla 08: Aplicación Del Modelo, Intensidades Máximas

Ordenacion de intensidades maximas

| N | INTENSIDADES MÁXIMAS(mm/h) | | | | |
|----|----------------------------|--------|--------|--------|---------|
| | 5 min | 10 min | 30 min | 60 min | 120 min |
| 1 | 128.366 | 85.521 | 51.210 | 30.840 | 16.125 |
| 2 | 127.001 | 85.350 | 46.430 | 29.588 | 15.932 |
| 3 | 114.938 | 83.529 | 46.203 | 29.042 | 15.932 |
| 4 | 104.696 | 81.708 | 43.244 | 26.982 | 15.921 |
| 5 | 104.127 | 80.798 | 43.176 | 26.379 | 15.363 |
| 6 | 102.420 | 77.498 | 42.334 | 26.288 | 15.101 |
| 7 | 101.282 | 75.449 | 42.220 | 26.174 | 14.817 |
| 8 | 100.474 | 74.425 | 42.106 | 26.174 | 14.680 |
| 9 | 96.275 | 73.970 | 41.196 | 23.989 | 13.997 |
| 10 | 94.568 | 73.060 | 39.830 | 23.898 | 13.656 |
| 11 | 93.544 | 71.694 | 39.830 | 21.622 | 12.632 |
| 12 | 92.519 | 68.508 | 38.692 | 21.622 | 12.575 |
| 13 | 86.488 | 68.303 | 38.464 | 20.484 | 12.518 |
| 14 | 85.691 | 68.280 | 36.871 | 20.484 | 11.380 |
| 15 | 83.529 | 66.040 | 35.733 | 20.371 | 11.152 |
| 16 | 83.097 | 64.069 | 34.265 | 20.370 | 11.050 |
| 17 | 83.074 | 63.728 | 34.140 | 19.961 | 10.970 |
| 18 | 80.912 | 62.362 | 33.150 | 19.005 | 10.583 |
| 19 | 80.115 | 61.907 | 32.661 | 18.754 | 10.561 |
| 20 | 77.384 | 60.314 | 32.092 | 18.208 | 10.356 |
| 21 | 76.474 | 60.086 | 31.910 | 17.787 | 10.242 |
| 22 | 73.970 | 57.662 | 31.409 | 17.753 | 10.128 |
| 23 | 73.660 | 57.355 | 29.087 | 17.685 | 9.366 |
| 24 | 68.280 | 56.900 | 27.426 | 16.729 | 9.161 |
| 25 | 67.495 | 56.900 | 27.312 | 15.932 | 9.047 |
| 26 | 65.720 | 55.990 | 26.174 | 15.693 | 8.933 |
| 27 | 63.842 | 54.396 | 24.581 | 15.022 | 6.828 |
| 28 | 63.728 | 43.836 | 23.898 | 13.656 | 6.828 |
| 29 | 25.588 | 27.312 | 21.167 | 11.494 | 5.918 |

| | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Desv.Estand | 20.90 | 12.85 | 7.56 | 5.01 | 2.96 |
| Promedio | 86.18 | 66.10 | 35.75 | 21.20 | 11.78 |
| α | 0.053 | 0.086 | 0.147 | 0.221 | 0.037 |
| β | 76.08 | 59.88 | 32.11 | 18.78 | 2.53 |

Nota: elaboración propia

Tabla 09: Determinación De Probabilidades

Calculamos las probabilidades de Weibull y las probabilidades de Gumbel:

| m | Prob Weibull | Probabilidad de Gumbel | | | | |
|----|--------------|------------------------|--------|--------|--------|---------|
| | $1-m/(N+1)$ | 5 min | 10 min | 30 min | 60 min | 120 min |
| 1 | 0.967 | 0.939 | 0.896 | 0.941 | 0.934 | 0.891 |
| 2 | 0.933 | 0.935 | 0.895 | 0.885 | 0.914 | 0.883 |
| 3 | 0.900 | 0.880 | 0.878 | 0.881 | 0.904 | 0.883 |
| 4 | 0.867 | 0.803 | 0.859 | 0.823 | 0.853 | 0.883 |
| 5 | 0.833 | 0.798 | 0.848 | 0.821 | 0.833 | 0.858 |
| 6 | 0.800 | 0.781 | 0.803 | 0.800 | 0.830 | 0.844 |
| 7 | 0.767 | 0.769 | 0.770 | 0.797 | 0.826 | 0.828 |
| 8 | 0.733 | 0.760 | 0.752 | 0.794 | 0.826 | 0.820 |
| 9 | 0.700 | 0.710 | 0.743 | 0.768 | 0.734 | 0.774 |
| 10 | 0.667 | 0.687 | 0.725 | 0.725 | 0.729 | 0.748 |
| 11 | 0.633 | 0.673 | 0.697 | 0.725 | 0.593 | 0.653 |
| 12 | 0.600 | 0.658 | 0.621 | 0.683 | 0.593 | 0.647 |
| 13 | 0.567 | 0.562 | 0.616 | 0.675 | 0.511 | 0.641 |
| 14 | 0.533 | 0.584 | 0.616 | 0.608 | 0.511 | 0.506 |
| 15 | 0.500 | 0.510 | 0.555 | 0.556 | 0.502 | 0.476 |
| 16 | 0.467 | 0.502 | 0.498 | 0.483 | 0.502 | 0.463 |
| 17 | 0.433 | 0.501 | 0.487 | 0.476 | 0.471 | 0.452 |
| 18 | 0.400 | 0.461 | 0.446 | 0.424 | 0.394 | 0.399 |
| 19 | 0.367 | 0.446 | 0.431 | 0.398 | 0.374 | 0.396 |
| 20 | 0.333 | 0.393 | 0.381 | 0.367 | 0.329 | 0.368 |
| 21 | 0.300 | 0.375 | 0.374 | 0.358 | 0.295 | 0.352 |
| 22 | 0.267 | 0.327 | 0.297 | 0.331 | 0.293 | 0.337 |
| 23 | 0.233 | 0.321 | 0.289 | 0.211 | 0.287 | 0.235 |
| 24 | 0.200 | 0.220 | 0.274 | 0.138 | 0.214 | 0.210 |
| 25 | 0.167 | 0.207 | 0.274 | 0.133 | 0.159 | 0.196 |
| 26 | 0.133 | 0.177 | 0.246 | 0.092 | 0.144 | 0.182 |
| 27 | 0.100 | 0.147 | 0.200 | 0.049 | 0.106 | 0.024 |
| 28 | 0.067 | 0.146 | 0.018 | 0.036 | 0.048 | 0.024 |
| 29 | 0.033 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.007 | 0.005 |

Nota: elaboración propia

Tabla 10: Prueba De Smirnov Kolmogorov

Cálculo de desviaciones absolutas :

| n | DESVIACION ABSOLUTA Δ_{cmax} | | | | |
|----|-------------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| | 5 min | 10 min | 30 min | 60 min | 120 min |
| 1 | 0.027 | 0.071 | 0.026 | 0.032 | 0.076 |
| 2 | 0.002 | 0.039 | 0.049 | 0.019 | 0.050 |
| 3 | 0.020 | 0.022 | 0.019 | 0.004 | 0.017 |
| 4 | 0.064 | 0.008 | 0.044 | 0.014 | 0.016 |
| 5 | 0.036 | 0.015 | 0.012 | 0.000 | 0.024 |
| 6 | 0.019 | 0.003 | 0.000 | 0.030 | 0.044 |
| 7 | 0.002 | 0.003 | 0.030 | 0.060 | 0.062 |
| 8 | 0.027 | 0.018 | 0.061 | 0.093 | 0.087 |
| 9 | 0.010 | 0.043 | 0.068 | 0.034 | 0.074 |
| 10 | 0.020 | 0.059 | 0.058 | 0.063 | 0.081 |
| 11 | 0.039 | 0.063 | 0.091 | 0.040 | 0.019 |
| 12 | 0.058 | 0.021 | 0.083 | 0.007 | 0.047 |
| 13 | 0.005 | 0.049 | 0.108 | 0.056 | 0.074 |
| 14 | 0.015 | 0.082 | 0.075 | 0.022 | 0.027 |
| 15 | 0.010 | 0.055 | 0.056 | 0.002 | 0.024 |
| 16 | 0.035 | 0.031 | 0.016 | 0.036 | 0.004 |
| 17 | 0.068 | 0.054 | 0.043 | 0.037 | 0.019 |
| 18 | 0.061 | 0.046 | 0.024 | 0.006 | 0.001 |
| 19 | 0.079 | 0.065 | 0.031 | 0.007 | 0.030 |
| 20 | 0.060 | 0.048 | 0.034 | 0.004 | 0.035 |
| 21 | 0.075 | 0.074 | 0.058 | 0.005 | 0.052 |
| 22 | 0.060 | 0.031 | 0.064 | 0.026 | 0.070 |
| 23 | 0.087 | 0.055 | 0.022 | 0.054 | 0.002 |
| 24 | 0.020 | 0.074 | 0.062 | 0.014 | 0.010 |
| 25 | 0.040 | 0.107 | 0.034 | 0.008 | 0.029 |
| 26 | 0.043 | 0.113 | 0.041 | 0.011 | 0.049 |
| 27 | 0.047 | 0.100 | 0.051 | 0.006 | 0.076 |
| 28 | 0.079 | 0.048 | 0.031 | 0.019 | 0.043 |
| 29 | 0.033 | 0.033 | 0.026 | 0.026 | 0.028 |

Δ_0 tabular: 0.2525

Δ max calculado : 0,113

como Δ max < Δ_0 : Se utiliza el modelo Gumbel

Nota: elaboración propia

Tabla 11: intensidades máximas calculadas por método de Gumbel

INTENSIDADES MAXIMAS CALCULADAS POR EL MÉTODO DE GUMBEL (Cuadro N° 06)

| VIDA ÚTIL AÑOS (n) | Tr (años) | RIESGO DE FALLA (%) | INTENSIDADES MAXIMAS | | | | |
|-----------------------|-----------|------------------------|----------------------|---------|--------|--------|---------|
| | | | 5 min | 10 min | 30 min | 60 min | 120 min |
| 10 | 10 | 65.13 | 118.532 | 85.988 | 47.460 | 28.856 | 16.370 |
| 10 | 15 | 49.84 | 126.517 | 90.897 | 50.350 | 30.769 | 17.502 |
| 10 | 20 | 40.13 | 132.108 | 94.334 | 52.373 | 32.109 | 18.295 |
| 10 | 25 | 33.52 | 136.414 | 96.981 | 53.931 | 33.141 | 18.905 |
| 10 | 50 | 18.29 | 149.681 | 105.136 | 58.733 | 36.320 | 20.786 |
| 20 | 10 | 87.84 | 118.532 | 85.988 | 47.460 | 28.856 | 16.370 |
| 20 | 15 | 74.84 | 126.517 | 90.897 | 50.350 | 30.769 | 17.502 |
| 20 | 20 | 64.15 | 132.108 | 94.334 | 52.373 | 32.109 | 18.295 |
| 20 | 25 | 55.80 | 136.414 | 96.981 | 53.931 | 33.141 | 18.905 |
| 20 | 50 | 33.24 | 149.681 | 105.136 | 58.733 | 36.320 | 20.786 |
| 25 | 10 | 92.82 | 118.532 | 85.988 | 47.460 | 28.856 | 16.370 |
| 25 | 15 | 82.18 | 126.517 | 90.897 | 50.350 | 30.769 | 17.502 |
| 25 | 20 | 72.26 | 132.108 | 94.334 | 52.373 | 32.109 | 18.295 |
| 25 | 25 | 63.96 | 136.414 | 96.981 | 53.931 | 33.141 | 18.905 |
| 25 | 50 | 39.65 | 149.681 | 105.136 | 58.733 | 36.320 | 20.786 |
| 50 | 10 | 99.48 | 118.532 | 85.988 | 47.460 | 28.856 | 16.370 |
| 50 | 15 | 96.82 | 126.517 | 90.897 | 50.350 | 30.769 | 17.502 |
| 50 | 20 | 92.31 | 132.108 | 94.334 | 52.373 | 32.109 | 18.295 |
| 50 | 25 | 87.01 | 136.414 | 96.981 | 53.931 | 33.141 | 18.905 |
| 50 | 50 | 63.58 | 149.681 | 105.136 | 58.733 | 36.320 | 20.786 |

INTENSIDADES MAXIMAS DE DISEÑO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

| VIDA UTIL (AÑOS) | Tr (años) | DURACION | | | | |
|---------------------|-----------|----------|---------|--------|--------|---------|
| | | 5 min | 10 min | 30 min | 60 min | 120 min |
| 10 | 15 | 126.517 | 90.897 | 50.350 | 30.769 | 17.502 |
| 20 | 20 | 132.108 | 94.334 | 52.373 | 32.109 | 18.295 |
| 25 | 25 | 136.414 | 96.981 | 53.931 | 33.141 | 18.905 |
| 50 | 50 | 149.681 | 105.136 | 58.733 | 36.320 | 20.786 |

ECUACION DE INTENSIDADES PARA DIFERENTES TIEMPOS DE CONCENTRACION PARA CUNETAS (10 AÑOS)

$$I = 366,16 * [t^{-0,6148}]$$

ECUACION DE INTENSIDADES PARA DIFERENTES TIEMPOS DE CONCENTRACION PARA ALCANTARILLAS DE ALIVIO
(20 AÑOS)

$$I = 380,46 * [t^{-0,6139}]$$

ECUACION DE INTENSIDADES PARA DIFERENTES TIEMPOS DE CONCENTRACION PARA ALCANT. PASO Y BADENES
(50 AÑOS)

$$I = 425,42 * [t^{-0,6114}]$$

Nota: elaboración propia

5.3.9.- Determinación de Caudales.

Los caudales que aportan las subcuencas colectoras tanto para los cursos de agua establecidos, así como para las zonas que no presentan curso establecido, pero que drenan a las cunetas, han sido obtenidos teniendo en cuenta el tiempo base de escurrimiento, la velocidad de escurrimiento en la superficie y la longitud de trayectoria de la partícula más alejada a los puntos de drenaje a diseñar, en este caso las cunetas, alcantarillas, tajeas, badenes y puentes.

Se ha utilizado el coeficiente de escorrentía directa, que es una variable poco precisa del método racional, requiere conocimiento y experiencia por parte del hidrólogo, su valor depende del porcentaje de permeabilidad y pendiente del suelo, así como de las características de encharcamiento y cobertura de la superficie. Los valores que aparecen en las tablas presentadas por los diferentes textos, sirven únicamente como referencia, pues obedecen a investigaciones de otras realidades. Para el presente Proyecto se ha hecho uso de la tabla 15.1.1 del texto "Hidrología Aplicada", Editorial Mc Graw Hill publicado en el año 1994, por los autores Ven Te chow, David R. Maidment y Larry W. Mays. Para el efecto se ha observado en campo y se ha optado por diferentes valores según el tipo de cobertura superficial tal como se puede apreciar en el cuadro N° 07

El gasto máximo de escorrentía directa puede en consecuencia estimarse mediante:

$$Q_{M\acute{a}x} = \frac{CIA}{360}$$

Dónde:

- Q_{Máx} = Gasto máximo de escorrentía directa, m³/s
- I = Intensidad máxima de diseño, mm/h
- A = Área colectora, Ha
- C = Coeficiente de escorrentía directa

Tabla 12: Determinación De Caudales

DETERMINACION DE CAUDALES (Cuadro Nº 07)

| AREA Nº | Valor (Km2) | Lcp (m) | V m/s | t (min) | I mm/h | C | Q (m3/seg.) |
|------------|-------------|------------|----------|------------|-----------|------|----------------|
| S1 | 0.225 | 250 | 0.25 | 16.67 | 48.68 | 0.30 | 0.91 |
| P1 | 0.920 | 2250 | 0.20 | 187.50 | 11.05 | 0.23 | 0.65 |
| S2 | 0.350 | 900 | 0.20 | 75.00 | 19.37 | 0.25 | 0.47 |
| S3 | 0.040 | 200 | 0.25 | 13.33 | 55.83 | 0.35 | 0.22 |
| P2 | 0.060 | 200 | 0.25 | 13.33 | 55.83 | 0.35 | 0.33 |
| P3 | 0.050 | 150 | 0.25 | 10.00 | 66.57 | 0.30 | 0.20 |
| S4 | 0.055 | 300 | 0.25 | 20.00 | 43.54 | 0.30 | 1.17 |
| P4 | 0.870 | 350 | 0.18 | 32.41 | 32.39 | 0.15 | 1.17 |
| P5 | 0.360 | 1720 | 0.25 | 114.67 | 14.94 | 0.30 | 0.45 |
| S5 | 0.090 | 650 | 0.25 | 43.33 | 27.11 | 0.30 | 0.20 |
| P6 | 0.550 | 1300 | 0.25 | 86.67 | 17.74 | 0.30 | 0.81 |
| S6 | 0.260 | 600 | 0.25 | 40.00 | 28.48 | 0.28 | 0.58 |
| P7 | 0.760 | 1700 | 0.20 | 141.67 | 13.13 | 0.40 | 1.11 |
| S7 | 0.120 | 600 | 0.25 | 40.00 | 28.48 | 0.30 | 0.28 |
| P8 | 0.990 | 1900 | 0.20 | 158.33 | 12.26 | 0.30 | 0.28 |
| S8 | 0.080 | 800 | 0.20 | 66.67 | 20.82 | 0.30 | 0.28 |
| P9 | 0.760 | 1600 | 0.20 | 133.33 | 13.62 | 0.40 | 1.15 |
| S9 | 0.068 | 120 | 0.20 | 10.00 | 66.57 | 0.35 | 0.44 |
| P10 | 0.600 | 500 | 0.20 | 41.67 | 27.77 | 0.35 | 1.62 |
| S10 | 0.080 | 150 | 0.25 | 10.00 | 66.57 | 0.30 | 0.44 |
| P11 | 1.100 | 1500 | 0.25 | 100.00 | 16.24 | 0.20 | 0.99 |
| S11 | 0.700 | 550 | 0.20 | 45.83 | 26.20 | 0.18 | 0.92 |

Nota: elaboración propia

5.3.10.- Capacidad de Degradación de la Cuenca

• Potencial Erosivo.

El fuerte pendiente promedio de la cuenca (32 %), topografía accidentada, mediana cobertura vegetal, alta pluviosidad (1250 mm/año) e intensas precipitaciones, hace predecir un alto potencial erosivo en el área del proyecto; característica ésta determinada por el alto valor del Coeficiente Orográfico estimado en 0.088.

• Pérdida de Suelo.

La degradación de la cuenca se debe básicamente a la erosión hídrica y al transporte de sólidos por la escorrentía directa, la misma que se encuentra directamente relacionada con el potencial erosivo. La capacidad de degradación o pérdida de suelo se puede estimar a partir de la ecuación:

S = Degradación específica, Tn. /Ha x año

PM = Precipitación del mes de máxima pluviosidad, mm

P = Módulo pluviométrico anual promedio, mm

Co = Coeficiente orográfico, %

Para la micro cuenca en estudio se ha encontrado que la precipitación del mes de máxima pluviosidad es 198 mm (marzo 2000), módulo pluviométrico anual 1250 mm y coeficiente orográfico 0.091. Con estos datos y mediante la aplicación de la ecuación antes indicada, se obtiene una degradación específica de 1.89 TN. /Ha. x año. Sin embargo, no todo el material removido llega al punto emisor, sino que parte de éste queda sedimentado nuevamente en los puntos más bajos del área colectora, siendo por tanto necesario estimar un Factor de Entrega, el mismo que depende del tamaño y de las características de la cuenca. Para este caso se estima un factor de entrega promedio de 0.35, con lo cual se obtiene una capacidad de degradación específica neta de 0.72 TN. /Ha. x año.

Teniendo en cuenta la altitud promedio de la zona del proyecto (3050 msnm), puede afirmarse, tal como se verifica en el campo, que la pérdida de suelo está conformada en su mayoría por partículas finas en suspensión con muy poco material de arrastre (no excede el 11%).

5.2.11.- Hidrología del Drenaje Superficial

Para este fin se deben resolver tres problemas fundamentales para obtener una buena estabilidad y duración de la carretera, los mismos que son: la topografía,

clase de suelos y el drenaje, siendo este último de vital importancia, dependiendo de esta la conservación del camino y su uso en cualquier época del año.

Condiciones para obtener un buen drenaje son:

- El agua que circula en cantidades excesivas sobre el camino destruyendo el afirmado.
- Darle una entrega cómoda al agua que circula adyacente al afirmado.
- La presencia de las heladas produce fuertes alteraciones en el agua de los terrenos de fundación.
- Aplicar drenes para impedir que el agua lleguen al afirmado evitando también que las aguas del sub suelo lleguen al afirmado.

El cálculo hidráulico de puentes, alcantarillas y cunetas se realiza mediante la ecuación de Manning.

$$Q = \frac{A}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots Ec : 03$$

Donde:

Q = Gasto de conducción, m³/s

A = Area hidráulica, m²

R = Radio hidráulico, m

S = Pendiente hidráulica.

n = Rugosidad de Manning.

1.- Dimensionamiento de Cunetas.

Luego de haberse determinado los caudales Hidráulicos de diseño, en base a los parámetros Hidrológicos e Intensidades Máximas de diseño, y teniendo en consideración que en esta zona las cunetas solo se construirán en terreno natural, es que se asume conservadoramente, como coeficiente de rugosidad el valor de

0.018. Por otra parte, se ha previsto hacer el dimensionamiento, tomando la menor pendiente presentada a lo largo de la carretera, que obviamente, arroja la mayor sección de flujo en la cuneta, que en este caso es compatible con lo especificado por las Normas Peruanas Para la Construcción de Carreteras. Y con un caudal de escurrimiento máximo en cuneta, obtenido del aporte para cada alcantarilla o aliviadero según sea el caso equivalente a 0.10 m³/seg. Es importante indicar que el ángulo del talud nos proporciona un área de paso de flujo adicional, como factor de seguridad. Para el caso de pendientes fuertes como se da en el presente estudio. Las velocidades de flujo permisibles según especificaciones adjuntas oscilan en el rango de: 0.6 m/seg. a 1.5 m/seg.

Tabla 4: dimensiones mínimas de las cunetas

Cunetas excavadas en terreno natural (suelos arcillosos):

$$Q = 0.10 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$n = 0.018$$

$$S = 0.005 \text{ (mínima pendiente)}$$

Se tiene:

$$B: 0.60, \quad h: 0.30$$

Se adopta:

$$B: 0.60, \quad h: 0.30 \text{ (ver lámina de cunetas)}$$

1.1.- Zanjas De Coronación (Suelos Arcillosos):

Para el dimensionamiento se ha tomado el mayor caudal específico de las zonas donde se han considerado zanjas de coronación: 0.0006 m³/ seg. y el caudal de diseño, para la zanja de mayor longitud (50 m.)

$$Q = 0.030 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$n = 0.020$$

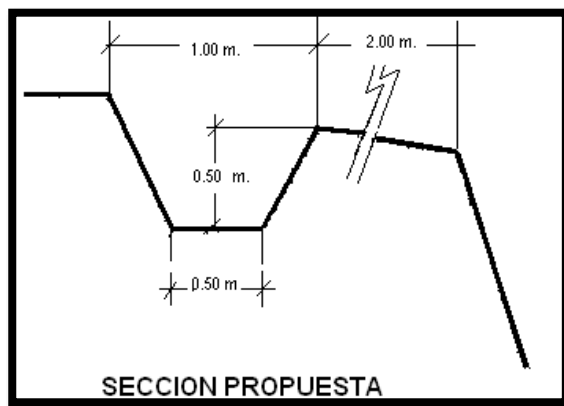
$$S = 0.010$$

$$Z = 0.50$$

Se tiene: $Y = 0.07 \text{ m.}$ $b = 0.50 \text{ m.}$ $F = 0.92$ $V = 0.76 \text{ m/s}$

Se opta por asumir las dimensiones mínimas especificadas:

Figura 25: zanjas de coronación



Nota: de elaboración propia

2.- Dimensionamiento de Alcantarillas

Para este tipo de estructuras hidráulicas, igualmente se ha determinado los caudales hidráulicos, en base a los parámetros hidrológicos e intensidades máximas de diseño (Cuadros del 01 al 06), para cada caso de cauce considerado.

Teniendo como restricción la disponibilidad de agregados para concreto en la zona, es que las alcantarillas son diseñadas de metal tipo TMC MP-68, con cabezales de entrada y salida de concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, en tal razón el coeficiente de rugosidad que corresponde según especificaciones adjuntas, será de 0.024, y la pendiente del cauce, 0.025. El valor de este último parámetro se adopta en razón de favorecer una velocidad de flujo cercana a lo recomendado en las especificaciones técnicas,

Lográndose de esta manera impedir la obstrucción de la alcantarilla por fenómenos de sedimentación-colmatación, debido a las corrugaciones.

El problema que puede presentarse a la salida de la alcantarilla, por efecto de la velocidad, es amortiguado por un colchón de piedra grande dispuesto en forma adecuada.

Dimensionamiento De Alcantarillas Y Aliviaderos (Tabla N° 13)

| N° | Progresiva (Km.) | Q (m3/seg.) | Coef. Rug n | Gradiente s | N° Froude F | V (m/s) | Tirante d (m) | Diámetro Φ (pulg) | observaciones |
|----|---------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | 0+560 | 0.035 | 0.013 | 0.008 | 1.15 | 1.04 | 0.08 | _____ | Pase de agua Cto. 0,20 x 0,40 |
| 2 | 0+948 | 0.072 | 0.009 | 0.005 | 1.20 | 1.52 | 0.19 | 12" | Pase de agua de riego (PVC) |
| 3 | 1+280 | 0.081 | 0.009 | 0.005 | 1.15 | 1.56 | 0.21 | 12" | Pase de agua de riego (PVC) |
| 4 | 1+320 | 0.079 | 0.009 | 0.005 | 1.16 | 1.55 | 0.20 | 12" | Pase de agua de riego (PVC) |
| 5 | 1+388,4 | 0.055 | 0.013 | 0.008 | 1.23 | 1.11 | 0.09 | _____ | Alcantarilla de Cto 0.60 x 0,50 |
| 6 | 2+216,5 | 0.426 | 0.024 | 0.025 | 1.37 | 2.08 | 0.32 | 36" | Alcantarilla por construir: TMC |
| 7 | 2+610 | 0.289 | 0.024 | 0.025 | 1.22 | 1.90 | 0.31 | 24" | Alcantarilla por construir: TMC |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Nota: elaboración propia

5.4.- Diseño Geométrico

5.4.1.- Velocidad de Diseño.

La velocidad de diseño es la que establecerá las exigencias de distancias de visibilidad de circulación y, consecuentemente, de la seguridad de los usuarios de la carretera a lo largo del trazado.

En nuestro proyecto que cuenta, con topografía entre ondulada y accidentada, clasificado como de tercera clase, la velocidad directriz se ha definido en un valor de 20 Km/hora. Reduciéndose a 15 Km/hora en las curvas de volteo y zonas críticas, con la finalidad de que el diseño, se adapte en lo posible a las inflexiones del terreno.

5.4.2.-Seccion Transversal de Diseño.

Para dimensionar la sección transversal, se tendrá en cuenta que las carreteras de bajo volumen de tránsito, solo requerirán:

1. Una calzada de circulación vehicular con dos carriles, una para cada sentido
2. Para carreteras de menor volumen, un solo carril de circulación, con plazoletas de cruce y/o de volteo cada cierta distancia, según se estipula más adelante.

El ancho de la carretera, en la parte superior de la plataforma o corona, podrá contener además de la calzada, un espacio lateral a cada lado para bermas y para la ubicación de guardavías, muros o muretes de seguridad, señales y cunetas de drenaje.

La sección transversal resultante será más amplia en territorios planos en concordancia con la mayor velocidad del diseño. En territorios ondulados y accidentados, tendrá que restringirse lo máximo posible para evitar los altos

costos de construcción, particularmente más altos en los trazados a lo largo de cañones flanqueados por farallones de roca o de taludes inestables.

Analizando el cuadro 1: Características básicas para la superficie de rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, vemos que, en nuestro caso particular, nuestra carretera se enmarca dentro de las Carreteras de BVT T0, con un IMD proyectado menor a 15 vehículos/día, a la misma que debe ser de un solo carril, con un ancho de 3.50 a 4.50 metros. Por consideraciones económicas, adoptamos un ancho mínimo, a nivel de afirmado de 3.50 metros, ya que los taludes altos del camino no permiten darle mayor ancho, dado que el volumen de movimiento de tierras aumentaría considerablemente, incrementando el presupuesto y rebasando aún más la línea de corte de PROVIAS Descentralizado. Sin embargo, es necesario aclarar, que, en el proyecto, el ancho de afirmado es variable, aprovechando al máximo la plataforma existente, estaca por estaca, pero asegurando un ancho mínimo de 3.50 metros.

5.4.3.- Superficie de Rodadura.

En el proyecto que nos ocupa, de acuerdo a los términos de referencia del contrato, la superficie de rodadura consistirá en una capa de afirmado, y analizando el cuadro 1: Características básicas para la superficie de rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, el espesor mínimo de esa capa debe ser de 15 centímetros.

5.4.4.- Criterios de Diseño Geométrico.

A.- Clasificación.

Según el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2001, según su función la carretera que nos ocupa corresponde a la Red Terciaria o Local, que en el Perú la denominamos del Sistema Vecinal, por unir pequeños caseríos y anexos.

De acuerdo a la demanda, se clasifica en carretera de tercera clase.

Según el criterio especial de PROVIAS DESCENTRALIZADO, el camino pertenece a Caminos de Bajo Tránsito, con un Índice Promedio Diario (IMD) menor a 25 vehículos/día.

B.- Radio Mínimo.

Según las Normas para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, para una velocidad directriz de 20 Km/h tenemos un radio mínimo de 15 metros, sin embargo, por tratarse de un camino vecinal, en las curvas de volteo se ha empleado un radio mínimo excepcional de 8.00 metros, por consideraciones de orden económico.

C.- Sobreancho.

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

En las curvas el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos. Asimismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril.

Empleando la fórmula de las normas peruanas de diseño de carreteras, para calcular este parámetro de diseño, nos arroja valores muy altos, que de utilizarlos tendríamos movimiento de tierras excesivo, que inflan sobremanera los costos. Por tratarse de un camino vecinal, y por consideraciones económicas, de no sobrepasar nuestro techo presupuestal por kilómetro, para efectos del presente estudio se ha adoptado, los siguientes valores de sobreancho en función del radio.

| Radio | S/A |
|--------------|------------|
| R>50 | 0.30 |
| 15-50 | 0.60 |

R<15 0.90

D. - Peralte.

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.

En el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, se especifica que en carreteras cuyo IMDa de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 Km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual a 2.5%. En tal sentido para nuestro caso particular se ha adoptado este valor de 2.5% para el peralte de todas las curvas del proyecto.

E.- Derecho de Vía.

El derecho de vía es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario.

Dentro del ámbito del Derecho de Vía, se prohíbe la colocación de publicidad comercial exterior, en preservación de la seguridad vial y del medio ambiente.

La faja de dominio dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá como mínimo, para carreteras de bajo volumen de tránsito, un (1.00) metro más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyan.

La distancia mínima absoluta entre el pie de taludes o de obras de contención y un elemento exterior será de 2.00 m. La mínima deseable será de 5.00 m.

Según el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, el ancho mínimo absoluto de Derecho de Vía para CBVT, es de 15 metros, 7.50 metros a cada lado del eje.

F.- Plazoleta de Cruce.

Debido a que es una vía de un solo carril, y tomando en cuenta los términos de referencia, se ha proyectado, plazoletas de cruce, cuando menos cada kilómetro. Tomando consideraciones económicas, las plazoletas de cruce o estacionamiento tendrán 3.0 metros de ancho, por 20.0 metros de largo, ubicadas en lugares apropiados que no impliquen mayor movimiento de tierras.

G.- Banquetas de Visibilidad

No se considera banquetas de visibilidad en las curvas con taludes altos, por tratarse de un camino vecinal y también por razones de orden económico.

H.- Talud.

Para el diseño de taludes para las diferentes secciones transversales, los valores dados en el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, de acuerdo al tipo de terreno y alturas de corte, son:

Figura 26: taludes de corte

| Clase de terreno | Talud V:H | | |
|---|---------------|--------|------|
| | H<5 | 5<H<10 | H>10 |
| Roca fija | 10:1 | (*) | (**) |
| Roca suelta | 6:1 - 4:1 | (*) | (**) |
| Conglomerados cementados | 4:1 | (*) | (**) |
| Suelos consolidados compactos | 4:1 | (*) | (**) |
| Conglomerados comunes | 3:1 | (*) | (**) |
| Tierra compacta | 2:1 - 1:1 | (*) | (**) |
| Tierra suelta | 1:1 | (*) | (**) |
| Arenas sueltas | 1:2 | (*) | (**) |
| Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones | 1:2 hasta 1:3 | (*) | (**) |

Nota: elaboración propia

Figura 27: taludes de relleno

| Materiales | Talud V:H | | |
|--|-----------|--------|------|
| | H<5 | 5<H<10 | H>10 |
| Enrocado | 1:1 | (*) | (**) |
| Suelos diversos compactados (mayoría de suelos) | 1:1.5 | (*) | (**) |
| Arena compactada | 1:2 | (*) | (**) |

Nota: elaboración propia

Sin embargo, para efectos del presente estudio, simplificando la clasificación de suelos, y tomando en cuenta la inclinación de los taludes existentes, y que presentan buena estabilidad, se ha adoptado lo siguiente:

Figura 26: Taludes De Corte Y De Relleno

| TALUDES DE CORTE | |
|------------------|-----------|
| Clase de terreno | Talud V:H |
| Roca Fija | 10:1 |
| Roca Suelta | 4:1 |
| Material Suelto | 3:1 |

| TALUDES DE RELLENO | |
|--------------------|-----------|
| Clase de terreno | Talud V:H |
| Terrenos varios | 1:1.5 |

Nota: elaboración propia

Fenómenos de Remoción en Masa. - Son procesos Geodinámicas generados por el desequilibrio en los esfuerzos actuantes en una masa rocosa o suelo; este desequilibrio está generalmente ligado a la geometría del talud, factores litológicos, condiciones meteorológicas, comportamiento del nivel freático, uso actual del suelo y otros factores más que pueden intervenir en menor magnitud.

Desprendimientos. - Son movimientos de una porción de roca o suelo, en forma de bloques aislados o masivamente que, en una gran parte de su trayectoria desciende por el aire en caída libre, volviendo a entrar en contacto con la superficie donde se produce saltos, rebotes y rodaduras.

Vuelcos. - Son movimientos de rotación hacia el exterior, de una unidad o un conjunto de bloques, alrededor de un eje pivotante situado por debajo de del centro de gravedad de la masa movida.

Deslizamientos. - Son movimientos descendentes relativamente rápidos de una masa de suelo o roca que tiene lugar a lo largo de una o varias superficies definidas que son visibles o que pueden ser inferidas razonablemente o bien corresponder a una franja relativamente estrecha; se considera que la masa movilizada se desplaza como un bloque único, y según la trayectoria descrita los deslizamientos pueden ser rotacionales o traslacionales.

Deslizamientos superficiales. - Son deslizamientos cuya superficie se sitúa a una profundidad media no mayor de 2 metros.

Reptación de Suelos. - Son movimientos de suelo en los cuales no todas las partículas ubicadas en diferentes posiciones de la masa movida tienen la misma velocidad de desplazamiento ni la misma trayectoria.

Factores que condicionan la estabilidad de taludes

- Geométricos. - Está dado por el ángulo de pendiente, altura, así como la continuidad horizontal (V:H).
- Estructurales. - Discontinuidades (diaclasas, fracturas y fallas).
- Litológicos. - Tipos de materiales: coherentes e incoherentes (favorables y no favorables).
- Estratigráficos. - Estratos con o sin alteración y espesor de las capas.
- Climáticos. - Temperatura, precipitaciones pluviales, zonas frías y semiáridas (factor determinante).
- Movimientos vibratorios. - Producidos por el paso de vehículos o voladuras de rocas en gran tonelaje y/o grandes volúmenes.
- Movimientos sísmicos. - dependiendo de su magnitud que se puedan dañar.

5.4.5.- Identificación De Zonas Inestables.

a.- Desde la progresiva Km. 0+000 hasta la progresiva Km. 0+120; se observa taludes con pendientes mayores a 45° sin embargo no existe problemas de inestabilidad.

Litología: Depósitos cuaternarios de grano fino a medio, formados por clastos de diferentes composiciones (areniscas, calizas, etc.). Estos depósitos están cubriendo el macizo rocoso formado por estratos delgados de calizas.

Discontinuidades: Las principales discontinuidades son los planos de estratificación de la caliza, los cuales están bien cementados.

Fenómeno: Sólo se observa erosión superficial.

Magnitud: La erosión en esta zona no es muy considerable pues el suelo se encuentra cubierto de vegetación.

Solución: Conformar un talud con ángulo no mayor a 80° para evitar la caída de rocas.

b.- Entre las progresivas 1+039 1+069 se tiene una zona de deslizamiento superficial.

Litología: La composición son depósitos cuaternarios con clastos de granos con diámetros entre 2 y 8 centímetros; dentro de una matriz limosa. Estos depósitos están cubiertos por suelo orgánico.

Fenómeno: El principal problema son deslizamientos superficiales generados principalmente por la infiltración de agua mal canalizada.

Magnitud: Estos fenómenos están afectando entre 1 y 2 metros la margen derecha de la carretera.

Solución: La solución es cortar el talud hasta eliminar todo el material removido y en la parte superior del talud evitar la infiltración canalizando el agua.

c.- Entre las progresivas 2+060 y 2+080 se observa en la margen izquierda de la carretera un deslizamiento superficial.

Litología: La composición son depósitos cuaternarios con clastos subredondeados a sub angulosos.

Fenómeno: El deslizamiento fue generado por la infiltración de agua de lluvia y la erosión de la base del talud.

Magnitud: El deslizamiento tiene dimensiones de 20 y 3 metros de largo y ancho respectivamente; y una profundidad aproximada de 1.5 metros.

Solución: Este deslizamiento no significa mucho problema hacia la carretera; pero de ser posible realizar el corte del material removido por el deslizamiento.

d.- Entre las progresivas 2+180 y 2+240 a la margen derecha de la carretera se observa dos deslizamientos superficiales.

Litología: La composición son depósitos cuaternarios de grano fino, cubiertos de suelo orgánico.

Fenómeno: Están controlados generalmente por el tipo de material. Pues por la gran porosidad se satura de agua de lluvia y aumente el peso del material generando fuerzas que superan la resistencia al corte.

Magnitud: Los deslizamientos se ubican a ambos lados de una pequeña quebrada. Son deslizamientos pequeños de profundidades promedio de 1.5 metros.

Solución: El plano de falla es superficial por lo que no significa mucho problema. La solución es realizar el corte del talud hasta eliminar todo el material removido.

e.- En las progresivas 3+240 y 3+640 se observa pequeños fenómenos de reptación de suelo.

Solución: Realizar el corte del suelo removido y conformación de un buen sistema de drenaje.

5.4.6.- Características Geométricas.

Las características geométricas de una vía dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen de tránsito, a fin de satisfacer las condiciones mínimas que permitan circular un determinado tipo de vehículo.

Ancho del camino = Variable 3.50 -4.00metros (A nivel de afirmado).

Bombeo = 2.5 %.

Peralte = 2.5%.

Cunetas = 0.60x0.30 – Sección triangular.

Superficie de rodadura = Afirmado.

5.4.7.- Diseño Del Alineamiento Horizontal.

El levantamiento del eje del camino se ha realizado por el método de poligonal abierta, siguiendo el alineamiento del camino existente, tratando de aprovechar al máximo la plataforma existente, manteniendo en lo posible el ancho actual del camino.

Esta condición ha obligado a emplear radios mínimos excepcionales.

El estacado del eje en campo se hizo cada 20 metros en tangentes, 10 metros en curvas y 5 metros en curvas de volteo, dejándose las estacas y progresivas pintadas con pintura esmalte de color naranja.

Adicionalmente se han ubicado progresivas no enteras, donde es necesario proyectar obras de arte y/o drenaje.

La sinuosidad del camino ha obligado, a proyectar curvas sin la tangente mínima intermedia, para el desarrollo de la transición de peraltes y sobre anchos.

5.4.8.- Secciones Transversales.

Se refiere al ancho de la superficie de rodadura más los excedentes de la plataforma existente, considerando para el tramo 3.50 m de superficie de rodadura, a nivel de afirmado.

En el terreno se ha tomado, con eclímetro, las secciones transversales a lo largo del eje del camino en cada una de las estacas dejadas tomando datos hasta 20 metros a cada lado del eje de la carretera, para de esta manera, procesar y dibujar las curvas a nivel y respectivas secciones que aparecen en los planos, determinándose que en algunas secciones falta completar su ancho realizando cortes y/o proyectar muros de sostenimiento.

También se ha tomado las secciones transversales, en las progresivas donde se ubican las obras de arte y drenaje.

5.4.9.- Diseño Del Perfil Longitudinal.

La nivelación ha sido geométrica diferencial con una precisión de 0.012 metros por cada kilómetro, nivelándose todas las estacas del eje, así como las progresivas donde se ubican las obras de arte y drenaje.

En el terreno han sido ubicados los BM., cada kilómetro aproximadamente, en lugares apropiados para que no interfieran con las obras, en el proceso de ejecución del proyecto. Estos BM han sido referenciados en lugares estables y permanentes.

La rasante del camino se ha trazado, tratando de pegarse al máximo al perfil longitudinal existente del terreno, para lo cual se hacen cambios de pendiente continuos en tramos cortos, lo cual incrementa el número de curvas verticales, las que se han proyectado de una longitud mínima de 40 metros, en todos los cambios

de pendiente cuya diferencia algebraica es mayor o igual a 2%, como especifican las normas.

En el diseño se está considerando pendientes mayores a las máximas permisibles por las normas (10% para una carretera de 3ra. Clase, debajo de los 3,000 m.s.n.m.), en razón de adecuarnos a la geometría de la sub-rasante existente, evitando realizar movimiento de tierras excesivo, a fin de no sobrepasar el techo presupuestal, por kilómetro, establecido por PROVIAS DESCENTRALIZADO, para esta clasificación de carreteras.

5.5.- Estudio De Tráfico

Estudio de la Demanda

El estudio de la demanda o de tráfico tiene como objetivo conocer la cantidad de vehículos que transitan por el camino, el cual es un aspecto muy importante en el estudio socioeconómico y en la definición de sus características geométricas de diseño.

El volumen del tráfico se determina a partir del conteo de vehículos que circulan por el camino, en una estación de control de tráfico determinada, indicando la fecha y tipo de vehículos.

Cálculo del índice medio diario.

Los conteos vehiculares para el tramo se realizaron durante siete días consecutivos, tomando como punto de control el ingreso al caserío, en el Km. 0+000.

Los conteos diarios se muestran a continuación, a partir de los cuales se ha elaborado el resumen, dando como resultado un tránsito diario de 12 vehículos por día, compuesto de la siguiente manera: Ver detalle de cálculo.

| | | |
|-----------------------|---|---|
| Autos | : | 4 |
| Camioneta Pickup | : | 3 |
| Camioneta Rural Combi | : | 2 |
| Camión | : | 3 |

Por lo tanto, según el criterio especial de **PROVIAS DESCENTRALIZADO**, el camino se encuadra dentro de los Caminos de Bajo Tránsito, con un Índice Promedio Diario menor a 25 vehículos/día.

Tráfico proyectado.

Las proyecciones de tráfico de vehículos se calculan a partir de la tasa de crecimiento de tráfico, basada a la vez, en la tasa de crecimiento de la población y de la actividad económica, según se trate del tránsito de pasajeros o de carga; empleando la siguiente fórmula:

$$T_p = T_a(1 + rt)$$

En la proyección del tráfico futuro a 5 años de horizonte, se ha usado la tasa de crecimiento de tráfico correspondiente al promedio anual de crecimiento poblacional, de 3.40% para el distrito de Parcoy para el caso de vehículos de pasajeros (automóvil, camioneta, bus mediano y bus grande) y de 4.5% para los vehículos de carga (camión 2E, camión 3E y articulado), tomando como referencia el PBI agropecuario nacional.

Según detalle de cálculo que se adjunta más adelante tenemos un tráfico proyectado a 5 años de 14 vehículos/día, compuesto de la siguiente manera:

| | | |
|-----------------------|---|---|
| Autos | : | 5 |
| Camioneta Pickup | : | 3 |
| Camioneta Rural Combi | : | 2 |
| Camión | : | 4 |

En conclusión, vemos que el camino se mantiene dentro de la clasificación de caminos de bajo tránsito.

VI. - Discusión De Resultados

- El Diseño Del Mejoramiento Del Camino Vecinal Del Distrito De Cochorco, Provincia De Sánchez Carrión, causara que el tiempo de viaje disminuyera, beneficiando las actividades de comercio y transporte en la zona en estudio. Con Las mejores condiciones de la carretera, la población aumentara su frecuencia de viaje para distintas actividades económicas, así como acceso a mercados y servicios de la capital, Trujillo.
- Los resultados obtenidos según nuestros estudios determinan que se mejoraría la calidad de vida de los pobladores de los lugares mencionados con respecto a un mayor acceso a centros de salud centros educativos y el desarrollo socio económico local.
- Lo antes mencionado se corrobora con las normativas del MTC y decretos legislativos dados por el decreto supremo N° 034-2008 MTC, Decreto supremo N° 019-2011 MTC, y resolución ministerial N° 900-2018 MTC/0.02. Por lo tanto, se determinó su rehabilitación del camino vecinal con los mejoramientos respectivos según los datos recopilados de los trabajos técnicos de campo ya que el tramo en estudio es un camino vecinal en muy malas condiciones con zonas fangosas, erosión de plataforma, fenómenos de remoción en masa que impiden el tránsito vehicular y En los estudios hidrológicos que se hicieron nos dio como resultado 1250 mm en la cual se baria según la zona de influencia para la cual se reconfiguraría las cunetas manualmente y la instalación de 15 alcantarillas para el drenaje de las lluvias.
- Según su zona geográfica del lugar se encuentra ubicada entre las alturas 2,604.00 m.s.n.m. llegando a los 3,464 m.s.n.m. el trabajo es realizado en dos fases, la primera mediante una inspección visual de todo el tramo, y la segunda se realiza mediante la estación total para obtener los puntos

definitivos del terreno. Visto los resultados podemos concluir que la cantera 01, es la única que cumple con todos los requisitos.

- según las características geométricas de la vía las mejorías serían según el IMD ya que dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen de tránsito, y a fin de satisfacer las condiciones mínimas de circulación de unos determinados tipos de vehículo. Se mejorará la rasante de la plataforma, y unas pequeñas mejorías en las pendientes según establece las normas del MTC.
- Después de concluir con todos los objetivos se determinó un estimado de costo de la ejecución del proyecto para su ejecución. monto S/. 2,075,173.42 (son dos millones setentaicinco mil ciento setenta y tres con 00 /42 soles).

VII.- Conclusiones

- Se concluyó y determino de que debe rehabilitarse el camino vecinal dado que la plataforma al tener un afirmado de 15 centímetros de espesor soportaría un mayor tránsito vehicular, a fin de facilitar el paso de los vehículos de carga.
- Con la realización de los estudios topográficos concluimos que se tiene que intervenir en la rasante; mejorando las pendientes, ampliando radios de giros en los desarrollos de curvas y mejorando los accesos a los caseríos los que une el camino vecinal.
- Podemos concluir que la cantera 1, es la única que cumple con todos los requisitos, vemos, que la abrasión de la cantera 1 está casi al límite de las normas, por lo que se ha visto la necesidad de usar una mezcla de las dos canteras, en una proporción de 50-50% para un buen afirmado de la rasante
- Con respecto al estudio de trafico determinamos que el transito existente es bajo por lo tanto tenemos que tener un tipo de tratamiento en superficie de rodadura de 15 cm de espesor debidamente compactado.
- En los estudios hidrológicos concluimos que es necesario la construcción de alcantarillas, badenes, pases de agua y cunetas.
- Con referente al diseño geométrico se determinó el más básico, de acuerdo a Las normas del MTC. con una velocidad de diseño 20 km por hora.
- El diseño de pavimento seleccionado es de un afirmado tipo 1; ya que el volumen de transito es más bajo.

Concluyendo todos los estudios realizados para el proyecto se determinó un costo presupuesto para su ejecución. monto S/. 2,075,173.42 (son dos millones setentaicinco mil ciento setenta y tres con / 42 soles).

VIII.- Recomendaciones.

- Se recomienda a las autoridades locales atender las necesidades requeridas por los pobladores que exigen la rehabilitación de su carretera.
- Para el estudio topográfico se recomienda buscar las zonas adecuadas de mayor visualización, para la mejor toma de puntos del terreno en estudio, dado que tiene una vegetación frondosa.
- El porcentaje de desgaste por abrasión del material que se va a utilizar en el afirmado, proveniente de las canteras debe ser menor del 50 %.
- Para el estudio de tráfico se recomienda realizar el conteo vehicular en puntos estratégicos en: el inicio de tramo, desvíos y acceso a los caseríos) los 7 días de la semana.
- Colocar sistema de drenaje superficial adecuado, para que las aguas superficiales sean eliminadas inmediatamente con la finalidad de minimizar el deterioro de la carretera.
- Para el diseño geométrico se recomienda seguir el manual de carreteras de bajo volumen de tránsito.
- se recomienda que el porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado utilizado en el afirmado estará comprendido entre 5 % y 15 %, según sea el tamaño máximo del agregado, esto con la finalidad de reducir la permeabilidad del afirmado y disminuir la infiltración de las aguas de lluvia.
- Se recomienda utilizar señalización informativa para minimizar gastos de presupuesto.

- Se recomienda que el proyecto debe ejecutarse, pues con ello se solucionarían los problemas y limitaciones que afrontan los pobladores de los caseríos en mención y zona aledañas mejorar su desarrollo económico, socio cultural y calidad de vida.

Referencias Bibliográficas

- Alva, Saavedra, (2014) *“Diseño Para el Mejoramiento de las Carreteras a Nivel de Afirmado entre las Localidades de Chanchacap y Nuevo Amanecer – Distrito de Salpo – Provincia de Otuzco – Departamento de la Libertad”*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)
- Bazan, Ponte, (2014) *“Diseño Para el Mejoramiento a Nivel de Afirmado de la Carretera Angasmarca – las Manzanas – Colpa Seca. Distrito De Angasmarca – Provincia de Santiago de Chuco – Región la libertad”*.
- Carrera, Zevallos, (2014) *“Diseño de Mejoramiento a Nivel de Afirmado de la Carreta Entre los Caseríos el Cedro – Alto Llollon – San Marcos – Cajamarca”*.
- Edgar, (2014) *“Mejoramiento a Nivel de Afirmado Carretera Cupisnique Trinidad – la Zanja Tramo: km. 5+000 – 1+000”*.
- García, Gonzales, (2014) *“Diseño Para el -Mejoramiento de la Carretera Jualcan Carabamba (a nivel de afirmado) en el Distrito de Carabamba, Provincia de Julcan – la Libertad”*.
- Fajardo, (2015). *BBC mundo. Recuperado el 13 de Junio de 2017, http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejor_es_peores_carreteras_jf*.

- Jaramillo, (2003) *el estado de la infraestructura en Colombia frente al reto de la globalización. Colombia poliantea. mtc. (01 de febrero de 2007). manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/10770.pdf.*
- MTC. (2014). *manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Recuperado el 07 de 03 de 2017. De http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_legales_1_4_3580.pdf.*
- Provias, (12 DE junio de 2013) *glosario de términos de infraestructura vial. Obtenido de <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Julio/14/RD-18-2013-MTC-14.pdf>.*
- Vásquez, (2014) *“Proyecto de “Mejoramiento a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal: Cruce a San Nicolás – Cose”.*