



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Propuesta de Diseño Geométrico para el Camino Vecinal
Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia de Ayabaca -
Piura**

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

AUTORES:

Rojas Salas, Fernando Lucio (ORCID: 0000-0003-4889-4229)

Meca Rosales, Jaime Omar (ORCID: 0000-0001-8582-0216)

ASESOR:

Mg. Medina Carbajal, Lucio (ORCID: 0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

PIURA — PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por darme cada día la oportunidad de seguir soñando y mostrarme el regalo que es la vida. A mi familia por creer en mí, por amarme sin condiciones, a mi compañero Lucio Rojas por contar conmigo para este importante logro.

MECA R. Jaime O.

Este trabajo de investigación se lo dedico a Dios por las bendiciones recibidas, a mis padres por sus sabios consejos, a mi esposa e hijos por ser mi fuente de inspiración en alcanzar esta meta profesional.

ROJAS S. Fernando L.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece de manera especial a las siguientes personas que han contribuido para el desarrollo del presente trabajo tesis.

Al Ingeniero Lucio Sigifredo Medina Carbajal, por su asesoramiento y perseverancia en el desarrollo de este trabajo de tesis.

A Los pobladores de los centros poblados por su atención y colaboración.

A nuestros compañeros por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo en especial Manuel Pérez y Luis Santin.

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO:	4
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y Diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1. Vehículos Utilizados en el dimensionamiento de vías y sus características	10
Tabla 2. Velocidades de diseño para cada clase de carretera por su demanda y orografía	11
Tabla 3. Longitudes límite para tangentes de acuerdo a la velocidad de diseño .	13
Tabla 4. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	14
Tabla 5. Pendientes máximas en carreteras de Tercera Clase	18
Tabla 6. Bombeo de la Calzada	19
Tabla 7. Valores Referenciales Taludes de Corte Relación (H/V)	20
Tabla 8. Resultados de tangentes – Diseño geométrico horizontal	23
Tabla 9. Resultados de curvas horizontales – Diseño geométrico horizontal.	26
Tabla 10. Resultados de sobreechanos en curvas horizontales – Diseño geométrico horizontal	28
Tabla 11. Resultado de curvas verticales - Diseño Geométrico Vertical	31
Tabla 12. Resultados de Peralte – Diseño Geométrico Transversal	33

Índice de Figuras

Figura 1. Vehículo Liviano	11
Figura 2. Vehículo Pesado	11
Figura 3. Elementos de la curva horizontal circular	14
Figura 4. Fórmula del parámetro para una curva de transición	15
Figura 5. Fórmula de la longitud para una curva de transición	15
Figura 6. Fórmula del sobreancho.....	16
Figura 7. Distribución del sobreancho	16
Figura 8. Elementos de la sección transversal	19
Figura 9. Diseño horizontal del camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.....	23
Figura 10. Elementos del diseño horizontal, Camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura	30
Figura 11. Diseño de Rasante del camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.....	31
Figura 12. Sección típica para el Camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.....	33
Figura 13. Formato de presentación de la Sección Transversal.	40

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general realizar el diseño geométrico para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura. Se planteó una investigación de tipo aplicada, con un diseño no experimental - descriptivo. Se trabajó con una muestra no probabilística e intencional consistente en un camino vecinal no asfaltado y sin criterio geométrico. Se empleó la técnica del análisis documental y de la observación y como instrumentos se usaron fichas de recolección de datos e información complementaria de la zona de estudio. Se concluye un diseño horizontal compuesto por tangentes y curvas que suman 6,755.55 m de longitud, con sobreanchos en tramos curvos, un diseño vertical que cumplen una pendiente máxima de 11% y un diseño transversal que propone una sección de doble carril de 5.00 m de ancho, con bermas de 0.50 m a ambos lados de la calzada, un bombeo de 3% que se desarrolla del centro de la vía hacia los costados, y peraltes en curvas de hasta 11.60%.

Palabras Clave: Carreteras, Diseño Geométrico, transportes

ABSTRACT

The present investigation had as general objective to carry out the geometric design for the Lagunas - El Naranjo - Yervas Buenas road, Ayabaca Province - Piura. An applied research was proposed, with a non-experimental-descriptive design. We worked with a non-probabilistic and intentional sample consisting of an unpaved local road without geometric criteria. The technique of documentary analysis and observation was used and as instruments were used in data collection sheets and complementary information of the study area. A horizontal design composed of tangents and curves totaling 6,755.55 m in length is concluded, with widening in curved sections, a vertical design that meets a maximum slope of 11% and a transverse design that proposes a 5.00 m wide double lane section, with berms of 0.50 m on both sides of the road, a pumping of 3% that develops from the center of the road to the sides, and slopes in curves of up to 11.60%.

Keywords: Roads, Geometric Design, Transport

I. INTRODUCCIÓN

El transporte terrestre es muy importante porque agiliza las actividades económicas, comunica ciudades o pueblos, y mejora las condiciones sociales de la población (Nuñez, 2014). Cuando se realiza un proyecto vial, se debe tener en cuenta la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental, la armonía o estética, la economía entre otros factores que deberá ofrecer las alternativas de solución; he aquí la importancia del diseño geométrico (García, Pérez, & Camacho). Cuando una vía no tiene diseño geométrico, esto se traduce en inseguridad vial; algunas investigaciones han demostrado que los accidentes de tránsito guardan relación con un mal diseño vial y no solo con las condiciones superficiales de las vías (Sevilla, 2013). Varios especialistas alrededor del mundo concuerdan con lo anteriormente dicho: En México indican que la infraestructura vial presenta serias deficiencias geométricas que aumentan el riesgo de accidentes (Cruz, 2013), en Colombia advirtieron que el mal diseño vial ha generado un incremento de accidentes de tránsito, siendo el 40% de estos producidos en carreteras. (Estudio advierte que mal diseño de carreteras sería factor determinante de accidentes viales, 2014).

Las redes terrestres deben garantizar seguridad, desempeño y durabilidad teniendo en cuenta que la construcción y mejoramiento de vías implica un crecimiento económico y social, ya que permite actividades industriales, comerciales, turísticas y agrícolas. La correcta planificación de una vía reduce costos operativos de transporte, tiempos, contaminación ambiental, así como posibles accidentes de tránsito y así mismo, refleja el desarrollo y orden de una nación (El Nacional, 2015). Gran parte de la red vial del Perú no se encuentra pavimentada o se encuentran a nivel de afirmado o trochas carrozables, según un informe del Centro de Comercio Exterior, precisamente el 84%. Esto afecta mucho al comercio, transporte y acceso a zonas del interior del país. (CCEX, 2018). En Piura, luego de los sucesos de El Niño Costero en el año 2017, se perjudicó gran parte de la infraestructura vial. El 80% de calles y carreteras resultaron seriamente dañadas (Andazabal, 2019), aumentando el riesgo de accidentes en la región.

Posterior a estos sucesos, se ha despertado el interés en realizar proyectos, obras y actividades de recuperación de vías de comunicación terrestre en las zonas afectadas, tanto en la costa como en la sierra ya que son importantes y necesarios para dar continuidad al intercambio comercial de los diferentes pueblos de los distritos involucrados, con la capital de los respectivos distritos, capital de provincia y con el resto de los pueblos de la Región Piura; así como para mantener y asegurar las condiciones mínimas de transitabilidad y seguridad en las carreteras afectadas de la Red Vial de Piura y evitar o reducir la pérdida de vidas humanas y los perjuicios materiales a los usuarios como consecuencia de cualquier desastre que afecte la red Vial regional. La ruta PI-711 que conecta los pueblos de Lagunas, El Naranjo y Yervas buenas se encuentra en mal estado y su condición se ha visto seriamente comprometida por las lluvias que ocurren en la zona, perjudicando sobre todo a los pobladores de aquellas zonas ya que perjudica el transporte, los riesgos de accidentes aumentan considerablemente, los pueblos se quedan aislados, entre otros. Actualmente, se trata de una trocha carrozable de 6.82km que genera incomodidad a los usuarios ya que presenta un trazo complejo, con curvas incómodas que no permiten un buen radio de giro, pendientes muy altas, mala visibilidad, cambios bruscos de velocidad y otros factores que ponen en riesgo la vida de los transportistas.

Dada esta dificultad de transporte y acceso al centro poblado que se genera por no contar con un debido camino que brinde las condiciones necesarias de transitabilidad y seguridad vial, es que se decide proponer una alternativa de diseño geométrico para el camino vial, por lo que se plantea el problema general: ¿Cuál será el diseño geométrico para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura? Y como problemas específicos se plantea: ¿Como es el diseño horizontal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura? ¿Como es el diseño vertical para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura? ¿Como es el diseño transversal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura?

El objetivo general de esta investigación fue realizar el diseño geométrico para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura; y los objetivos específicos son realizar el diseño horizontal, realizar el diseño vertical y realizar el diseño transversal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.

Esta investigación es importante porque está referida al diseño geométrico de carreteras, mismas que son base esencial para el crecimiento y funcionamiento socioeconómico. La propuesta de diseño geométrico es la parte más importante de un proyecto vial desde su concepción, ya que es la encargada de distribuir de la manera más adecuada el trazo sobre el terreno, brindando las garantías de accesibilidad, movilidad, transporte, seguridad, entre otros. El proyecto nace con la intención de mejorar las condiciones actuales de transitabilidad del camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura, misma que se encuentra en mal estado; realizando una propuesta de diseño geométrico basado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. Esta propuesta podrá ser utilizada como un instrumento de solución para la realidad problemática actual en el ámbito de transporte de dicha localidad, lo que consecuentemente llevaría a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en estas localidades. Asimismo, profundiza el conocimiento de diseño vial en caminos vecinales.

II. MARCO TEÓRICO:

Algunos conceptos básicos que se deben tener en cuenta al momento de diseñar una carretera:

- Alcantarilla. Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino.
- Bombeo. Pendiente transversal con respecto al eje de la vía hacia los laterales de la misma, cuya función es la evacuación de las aguas.
- Berma. Fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas. Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodadura, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada.
- Calzada. Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.
- Capacidad. Número máximo de vehículos que puede circular, por un punto o tramo uniforme de la vía en los dos sentidos por unidad de tiempo, bajo las condiciones imperantes de vía y de tránsito.
- Carretera. Infraestructura del 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 de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.
- Carril. Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.
- Cuneta. Zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan.
- Curva de transición. Son aquellas que proporcionan una transición o cambio gradual en la curvatura de la vía, desde un tramo recto hasta una curvatura de grado determinado, o viceversa. Son ventajosas porque

mejoran la operación de los vehículos y la comodidad de los pasajeros, por cuanto hacen que varíe en forma gradual y suave, creciente o decreciente, la fuerza centrífuga entre la recta y la curva circular, o viceversa.

- Curva horizontal. Trayectoria que une dos tangentes horizontales consecutivas. Puede estar constituida por un empalme básico o por la combinación de dos o más de ellos.
- Curva vertical. Curvas utilizadas para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos; permiten la seguridad, comodidad y la mejor apariencia de la vía. Casi siempre se usan arcos parabólicos porque producen un cambio constante de la pendiente.
- Diseño en planta. Proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por trayectorias curvas.
- Diseño en perfil. Proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo.
- Diseño de la sección transversal. Definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal.
- Intersección. Dispositivos viales en los que dos o más carreteras se encuentran ya sea en un mismo nivel bien en distintos, produciéndose cruces y cambios de trayectorias de los vehículos que por ellos circulan.
- Obras de drenaje. Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado.
- Pavimento. Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los

esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos.

- Peralte. Inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento. También contribuye al escurrimiento del agua lluvia.
- Pontón. Estructura de drenaje cuya luz medida paralela al eje de la carretera es menor o igual a diez metros (10m).
- Puente. Estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de diez metros (10 m).
- Rasante. Es la proyección vertical del desarrollo del eje de la superficie de rodadura de la vía.

El diseño geométrico de vías está aplicado en diferentes investigaciones internacionales, nacionales y locales. En el ámbito internacional tenemos a:

Parrado, A., García, A. (2017) en su tesis “Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá” realizada en la Universidad Católica de Colombia, tuvieron como objetivo realizar el diseño geométrico vial para mejorar la transitabilidad del trayecto Mosquera – Funza, tanto en planta, en perfil y transversal. Concluyeron un diseño efectivo, de un tramo de 10.64Km calificado por el Manual INVIAS como una vía de tipo primaria, con una velocidad de diseño de 120Km/h, ancho de carril de 3.6m, berma de 1.8m y un bombeo de 2%. El diseño garantizará velocidades constantes, que brinda las condiciones óptimas de seguridad y confort para los conductores y asimismo impulsará el desarrollo económico de dichas localidades.

Alemán, H., Juárez, F., Nerio, J (2015) en su tesis “Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque - Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras” realizada en la Universidad de El Salvador, tuvieron como objetivo realizar el diseño del mencionado camino vecinal, considerando los parámetros definidos por la normativa de dicho país. Concluyeron que el diseño cumple con parámetros como una velocidad de

30km/h que se debió al tipo de topografía accidentada, que garantizará la seguridad vial de los transportistas y mejorará las condiciones actuales de transitabilidad de la vía, con pendientes de diseño adecuadas.

Suarez, C., Vera, A. (2015) en su tesis “Estudio y diseño de la vía El Salado - Manantial de Guangala del Cantón Santa Elena” realizada en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, tuvo como objetivo realizar el estudio y diseño de la mencionada vía, con la finalidad de mejorar el trazado geométrico, proponer un diseño del pavimento, proponer obras de arte, y presupuesto, teniendo en cuenta la normativa de dicho país. Concluyeron un diseño correcto en el aspecto horizontal, como vertical que mejorará las condiciones sociales de la población, generando mayores fuentes de empleo, mejorará las condiciones actuales del sector agrícola, entre otros. Además se realizó el diseño del paquete estructural del pavimento, y se propusieron en tramos críticos algunas obras de arte como alcantarillas.

A nivel nacional tenemos: Centurión, E., Vargas, Y. (2019) en su tesis “Propuesta de diseño geométrico y señalización de la Ruta 107 tramo: Bocapán - Suárez – Bocana de la red vial departamental empalme PE-1N” realizada en la Universidad Privada Antenor Orrego, tuvieron como objetivo determinar la propuesta de diseño geométrico y señalización para mejorar la infraestructura vial de la mencionada ruta, teniendo en cuenta lo estipulado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018. Concluyeron que la propuesta cumple con brindar las condiciones de seguridad vial a los transportistas, brindándoles también comodidad durante su trayecto; sin embargo, mencionaron que esto será posible siempre y cuando los conductores sean prudentes. Se planteó una propuesta de solución vial para los problemas de tráfico e infraestructura vial de esta intersección, se replanteó un nuevo diseño geométrico de la vía, así como de la señalización vial; la cual se presentó para contribuir a un correcto control de tráfico en la intersección evaluada.

Oblitas, C. (2018) en su tesis “Diseño geométrico aplicando el software Autodesk: Vehicle Tracking en la trocha carrozable Lambayeque – Chornancap (0+000 KM-8+000 KM)” realizada en la Universidad Cesar Vallejo, tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico del mencionado camino, aplicando el software conocido como Vehicle Tracking que es un simulador de

desplazamientos y giros de vehículos. Concluyó que el diseño propuesto no presentará dificultades de transitabilidad a los vehículos que transiten en ella, ya que utilizando el software de simulación se pudo constatar que los vehículos no realizaron maniobras peligrosas o que impliquen la invasión del carril contrario, adecuándose muy bien a la propuesta vial.

Ruiz, E. (2018) en su tesis “Diseño geométrico del camino vecinal Buenos Aires - sector Gobernador (00+000 km - 05+037.71 km), en el distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, región San Martín” realizada en la Universidad Nacional de San Martín, tuvo como objetivo principal realizar el diseño geométrico del mencionado camino vecinal, concluyendo un diseño que mejorará la seguridad, confort y estética que condicione al camino vecinal a soportar grandes volúmenes de tránsito sin perder su funcionalidad durante el periodo de diseño al cual se proyectó.

Aguilar, L. (2016) en su tesis “Diseño Geométrico y pavimento flexible para mejorar accesibilidad vial en tres centros poblados, Pomalca, Lambayeque – 2016” realizada en la Universidad Cesar Vallejo, tuvo como objetivo Diseñar geoméricamente y estructuralmente el camino vecinal que une a los centros poblados de El Lino, Torres Belón y El Invernillo. Concluyeron que ha sido pertinente el diseño Geométrico y el Pavimento Flexible para el Mejoramiento del Acceso Vial del Camino Vecinal, ya que se observa los cambios colaterales en el mejoramiento de la economía de los pobladores y la accesibilidad a los lugares mencionados.

En cuanto a antecedentes locales tenemos: Espíritu, G., Sandoval, D. (2019) en su tesis “Diseño de la trocha carrozable del Centro Poblado Culebreros - Pueblo Nuevo de Mara y, distrito de Santa Catalina de Mossa, provincia de Morropón, departamento de Piura, 2016” realizada en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, tuvo como objetivo diseñar la mencionada vía, teniendo en cuenta como parámetro el diseño geométrico y sus respectivas obras de arte. Concluyeron que el diseño de la trocha beneficiará a la población que conecta dicha vía, optimizará tiempos de viaje, brindará la seguridad a sus usuarios, entre otros.

Pingo, C. (2016) en su tesis “Análisis geométrico de la ruta de evacuación vehicular de Punta Arenas a Tanques Tablazo en Talara” realizada en la

Universidad de Piura, tuvo como objetivo realizar el análisis geométrico de la mencionada carretera que consiste en evaluar si la misma cumple con la normativa vigente de diseño geométrico tanto en planta, perfil y sección transversal. Concluyó que existen deficiencias geométricas en el trazo, y asimismo se propuso mejoras que ajustarían a la vía a cumplir con lo estipulado en la norma.

En el Perú se crean nuevos proyectos viales, para acelerar el progreso de las poblaciones adyacentes a las carreteras (vía de comunicación, generalmente interurbana, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles), de la Red Nacional (primaria), carreteras de interés nacional, de competencia departamental (secundaria) y del Sistema Vial (terciaria), que es administrada por el Estado. Aunque muchas de las veces no se justifica un nuevo proyecto vial, por falta de volumen vehicular, igual se deben realizar para garantizar que los pueblos estén correctamente conectados. Para ello es utilizado el Diseño Geométrico, ya que él brinda estética y armonía, funcionalidad, adaptación al entorno natural, seguridad vial y economía.

Para garantizar un correcto diseño geométrico, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones del Perú pone a disposición de los diseñadores y proyectistas el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018). Este manual proporciona valores mínimos y máximos que se ajustan a diseños límite, los cuales deben ser evaluados teniendo un criterio técnico y a su vez económico.

Para proyectar una vía, lo primero que se debe considerar es la clase. Según la demanda vehicular, las carreteras se dividen en Autopistas; Duales o multicarriles; en primera, segunda, tercera clase y Trochas Carrozables. Cada una de las clases dependerá de un máximo de vehículos que circulan por día y cuyos valores se estipulan en el manual. También se clasifican de acuerdo a su orografía siendo la clase 1 aquella vía proyectada sobre una topografía plana hasta la clase 4 que se proyecta sobre topografía escarpada. El manual establece los valores de pendientes naturales para poder realizar esta clasificación.

Entre los criterios de diseño establecidos en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) se establecen los estudios previos, la selección del vehículo de diseño, selección de la velocidad de diseño, características del tránsito, distancia de visibilidad, etcétera.

Estudios previos: son aquellos que deberán ser ejecutados antes de los trabajos de gabinete tales como el estudio topográfico, estudio de tránsito, geología y mecánica de suelos, Hidrología hidráulica y drenaje, ambientales, reconocimiento del terreno, entre otros. La finalidad principal es definir los parámetros de diseño y las características previas de la vía a proyectarse, identificar todos los accesos, rutas y soluciones de trazo posibles que permitan plantear las mejores alternativas.

Selección del vehículo de diseño: el dimensionamiento de la vía depende en gran medida de las dimensiones de los vehículos que transitarán sobre ella. La selección está basada en el estudio básico de tránsito del cual se identificará el tipo de vehículo más común. Los vehículos se clasifican en livianos y pesados.

Tabla 1. Vehículos Utilizados en el dimensionamiento de vías y sus características

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

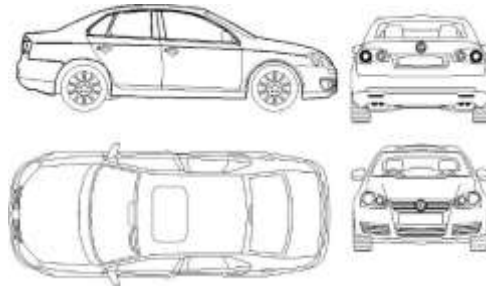


Figura 1. Vehículo Liviano

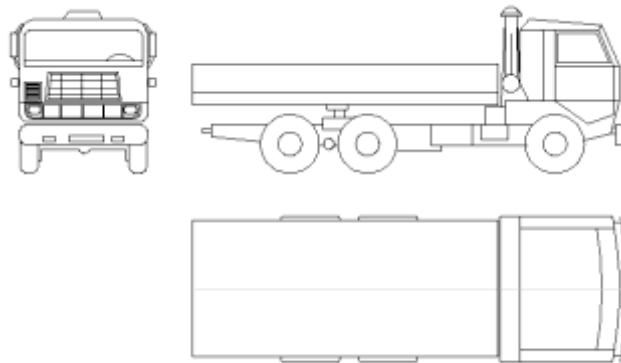


Figura 2. Vehículo Pesado

Velocidad de diseño: es la velocidad máxima escogida para el diseño por la cual los vehículos pueden transitar con comodidad y seguridad por la vía en estudio. Generalmente, la tabla de especificaciones establece un valor mínimo (o máximo) absoluto para el rango de velocidad de diseño entre 30 y 130 km/h. Se puede adoptar velocidades específicas en tramos curvos que no difieran en más de 10 km/h de la velocidad normal.

Tabla 2. Velocidades de diseño para cada clase de carretera por su demanda y orografía

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO (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											

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Carretera de primera clase	Plano				■	■	■	■	■			
	Ondulado				■	■	■	■				
	Accidentado			■	■	■	■					
	Escarpado			■	■	■						
Carretera de segunda clase	Plano				■	■	■	■	■			
	Ondulado				■	■	■					
	Accidentado			■	■	■						
	Escarpado		■	■	■							
Carretera de tercera clase	Plano		■	■	■	■	■	■				
	Ondulado		■	■	■	■	■	■				
	Accidentado	■	■	■								
	Escarpado	■										

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

Según el MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO (2018), el diseño geométrico de una carretera se divide principalmente en tres partes: Diseño Transversal, Diseño horizontal y Diseño Vertical.

El diseño horizontal corresponde a la proyección del trazo y se compone generalmente de tangentes y curvas horizontales las cuales deben brindar una armonía y sobre todo brindar cambios suaves en su recorrido. Algunos aspectos básicos que se deben considerar en el diseño horizontal son los siguientes: el trazado debe ser una serie de curvas con un radio mayor, en lugar de tangentes largas, que están "interrumpidas" por curvas con una amplitud circular menor. Además de reducir la sensación monótona del conductor, este modo de diseño también se adapta mejor a la configuración básica de las líneas naturales y puede reducir las características del terraplén en el paisaje. Teniendo en cuenta la apariencia del carro y la dirección del conductor, se recomienda establecer una curva de transición en el arco tanto como sea posible, incluso si el arco se puede omitir de acuerdo con los estándares convencionales. Dependiendo de la velocidad de diseño, las longitudes mínimas permisibles y máximas esperadas serán aquellas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Longitudes límite para tangentes de acuerdo a la velocidad de diseño

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
20	28	56	334
30	42	83	501
40	56	111	668
50	70	139	835
60	83	167	1002
70	97	195	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	334	2004
130	181	361	2171

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

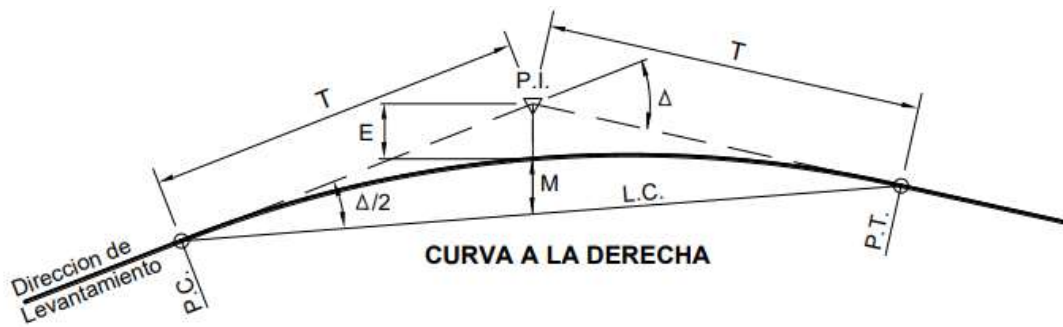
Siendo

L min.s = Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineación recta en alineaciones curvas con radio de curvatura de sentido contrario).

L min.o = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación re entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx. = Longitud máxima (m).

Las curvas horizontales circulares son las encargadas de unir a dos tangentes consecutivas. El punto donde se unen dos tangentes es conocido como PI o punto de intersección, mientras que el punto donde inicia y culmina la curva se conocen como PC y PT respectivamente. Los elementos de la curva horizontal son los siguientes:



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

Figura 3. Elementos de la curva horizontal circular

El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) establece valores mínimos de radio para las curvas horizontales las cuales están en función de la velocidad de diseño como de la ubicación del eje proyectado. Para áreas rurales y accidentadas (como lo es el lugar en donde se proyecta la presente propuesta) se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 4. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño (km/h)	P max (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	20	12%	0.17	10.9	15
	30	12%	0.17	24.4	25
	40	12%	0.17	43.4	45
	50	12%	0.16	70.3	70
	60	12%	0.15	105.0	105
	70	12%	0.14	148.4	150
	80	12%	0.14	193.8	195
	90	12%	0.13	255.1	255
	100	12%	0.12	328.1	330
	110	12%	0.11	414.2	415
	120	12%	0.09	539.9	540
130	12%	0.08	665.4	665	

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

Para evitar discontinuidades abruptas en la entrada de una tangente a una curva, se establecen unas clotoides o espirales llamados curvas de transición. Estas deben brindar la misma seguridad, comodidad y estética que el resto del recorrido. Existen una serie de fórmulas para calcular las clotoides, así como para calcular su longitud de transición. El estándar para correlacionar los parámetros de un clotoide con las funciones que deben cumplirse en la curva de transición en la carretera se basa en el cálculo de la extensión requerida para que la espiral se distribuya a una tasa uniforme ($J \text{ m} / \text{seg}^3$), y la aceleración lateral no es compensada por el peralte, pero generado en la curva circular que se va a enlazar.

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{VR}{46.656 J} \left(\frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

Figura 4. Fórmula del parámetro para una curva de transición

Siendo:

V: Velocidad de Diseño (Kph)

R: Radio de curvatura (m)

J: Tasa uniforme (m/seg³)

p: Peralte correspondiente a V y R. (%)

La longitud de la clotoide se determina con la siguiente fórmula:

$$L_{\min} = \frac{V}{46.656 j} \left[\frac{V^2}{R} - 1.27p \right]$$

Figura 5. Fórmula de la longitud para una curva de transición

En cada curva, se debe considerar un sobreecho que compense el espacio adicional requerido por los vehículos al momento de girar. Para calcular este ancho, el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) brinda la siguiente fórmula:

$$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Figura 6. Fórmula del sobreeancho

Dónde:

Sa: Sobreeancho (m)

n: Número de carriles

Re: Radio de curvatura circular (m)

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

Esta fórmula se compone de dos partes: una que se encuentra ligada a la geometría y la segunda ligada a la velocidad. Este segundo término debe ser evaluado para su inclusión en el proyecto, especialmente en tramos donde existan velocidades bajas. Los sobreeanchos encarecen el proyecto y dificultan los trabajos de ejecución, razón por la cual no se deben considerar sobreeanchos menores a 0.40 m.

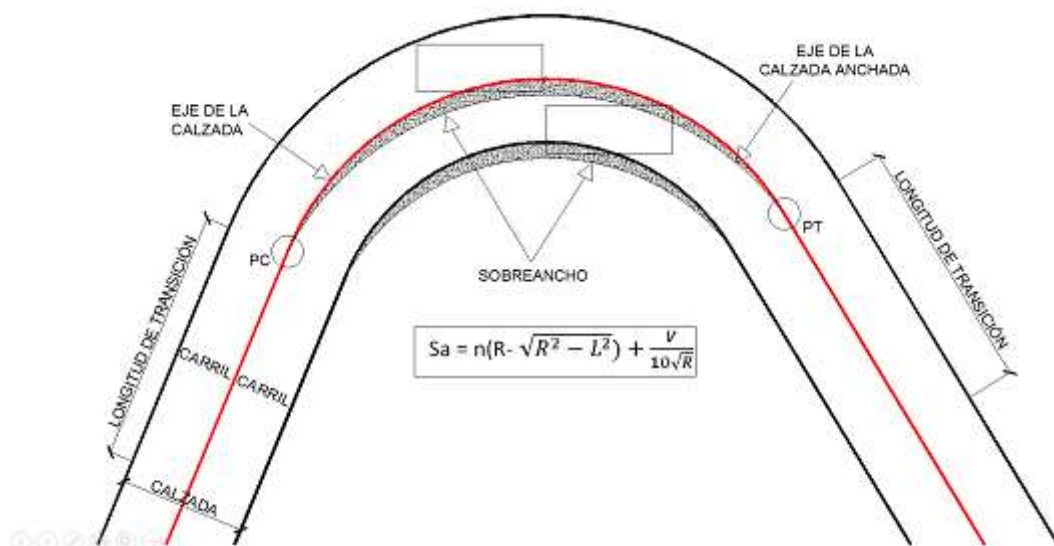


Figura 7. Distribución del sobreeancho

Diseño Vertical: es aquel formado por tangentes verticales unidas por un arco vertical parabólico, y forman el perfil longitudinal. Debe garantizar una correcta operación ininterrumpida de los vehículos que la escalan, manteniendo la velocidad de diseño establecida. Está controlado por el relieve del terreno, siendo este la clave para proceder a su diseño. La dirección de la pendiente se define de acuerdo con el progreso del kilometraje, lo que significa que los aumentos de elevación son números positivos y las disminuciones de elevación son números negativos. La curva vertical entre dos pendientes consecutivas permite una transición gradual entre pendientes de diferentes amplitudes y / o direcciones. Su correcto diseño asegura la distancia visible requerida por el proyecto. El sistema de elevación del proyecto se referirá al nivel sobre el mar o msnm.

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018), para definir el perfil longitudinal, se utilizarán las siguientes consideraciones de diseño:

- Si el terreno es llano, la proyección de las pendientes será en el suelo salvo casos especiales.
- En terrenos ondulados, las pendientes se adaptarán al cambio de inclinación del terreno, sin descuidar las limitaciones de belleza, visibilidad y seguridad.
- En terreno montañoso, cuando se deba superar un desnivel considerable, también es necesario adecuar la pendiente al terreno y evitar la conducción en la pendiente opuesta, ya que esto provocará un alargamiento innecesario.
- En terrenos escarpados, el perfil se verá afectado por la cuenca de agua.

Las pendientes que se deben adoptar no deben ser inferiores a 0.5% ni superior a 10% salvo excepciones técnicamente justificadas. Cuando la diferencia algebraica de dos pendientes consecutivas es superior a 1% se debe considerar unir con la curva vertical parabólica. Caso contrario se puede obviar el uso de curvas verticales. Para carreteras de tercera clase se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 5. Pendientes máximas en carreteras de Tercera Clase

Demanda	Carretera			
Vehículos/día	< 400			
Características	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h			10.00	10.00
40 km/h	8.00	9.00	10.00	
50 km/h	8.00	8.00	8.00	
60 km/h	8.00	8.00		
70 km/h	7.00	7.00		
80 km/h	7.00	7.00		
90 km/h	6.00	6.00		

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

Generalmente, el diseñador debe considerar el límite máximo de pendiente indicado en la Tabla 5. En áreas por encima de los 3000 msnm, para terrenos montañosos o escarpados, el valor máximo en la Tabla 5 se reducirá en un 1%. En carreteras con carriles independientes, el descenso puede exceder el valor máximo especificado en la Tabla 5, y la reducción máxima puede ser del 2%.

El Diseño transversal conformado por las secciones transversal, son un punto dado u corte vertical normal al alineamiento horizontal de una carretera; esta sección transversal faculta definir la colocación y dimensiones de las partes que conforman las carreteras en el punto dado a cada bloque y relacionándolo evidentemente con su entorno natural. Además de ello, el diseño y construcción de una carretera debe tener en cuenta qué tipos de material son óptimos para su utilización, la importancia de la vía; las condiciones del terreno si son favorables o no; la importancia de la vía y el tipo de tránsito que por ésta pasará. Todas estas condiciones influyen en la capacidad, mantenimiento, rehabilitación, mejoramiento, seguridad en la circulación y costo de mantenimiento de la zona de la carretera.

Los recursos que incorporan y definen la parte transversal son: ancho de zona o derecho de vía, calzada o área de rodadura, bermas, carriles, cunetas, taludes y recursos complementarios.

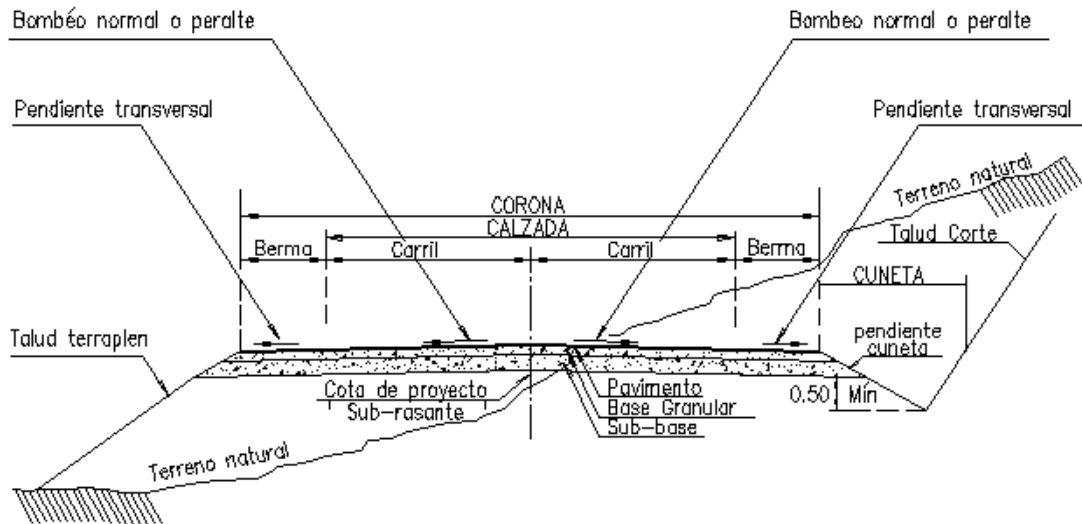


Figura 8. Elementos de la sección transversal

Las calzadas deberán tener una inclinación transversal mínima o bombeo, para tramos rectos o aquellos tramos curvos que facilita el contraperalte. Esta inclinación varía dependiendo si la superficie es rodadura por ejemplo y también depende del nivel de lluvia que en el lugar donde se encuentra la calzada hay. En la tabla 6 se detalla los valores, donde, en unos cuantos casos, el proyectista deberá moverse dentro de algunos rangos. y deberá afinar su elección, de acuerdo a los matices de rugosidad de las superficies y de los climas que impera en un lugar o momento determinado.

Tabla 6. Bombeo 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

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

Los taludes son una pendiente que registra el paramento de una pared o de una superficie y los cortes que en las secciones se hacen varían mucho de la firmeza y solidez del suelo donde se están desarrollando las obras. Para poder calcular

la altura y la inclinación del talud primero se deben desarrollar ensayos y cálculos que permitirán establecer una altura e inclinación adecuada.

Dependiendo de la calidad y homogeneidad y estabilidad de los suelos y rocas se optará por una determinada altura e inclinación de los taludes. Para ello, hay algunas alternativas que permiten soluciones más convenientes. Una de estas soluciones es el diseño adecuado de los taludes y que cuente con un estudio con condiciones especiales del lugar, los cuales pueden ser las geológicas que se encarga de estudiar el suelo; ensayos de laboratorio que determina las características, ya sean físicas o químicas del objeto de estudio; análisis de estabilidad y medio ambientales.

Para el diseño y ejecución de nuevos taludes se tendrá en cuenta los construidos en la misma zona anteriormente, tipo de suelos y peculiaridades geotécnicas parecidas. Se utilizará la experiencia de la conducta de dichos taludes de corte, que han sido construidos con anterioridad y que se respetan las mismas condiciones ambientales actuales y en un estado estable. Los valores de la inclinación de los taludes para la sección en corte serán, de un modo referencial, los indicados en la Tabla 7.

Tabla 7. Valores Referenciales Taludes de Corte Relación (H/V)

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6- 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4- 1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

* Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad

En la proyección de carreteras existen elementos complementarios al diseño como lo son las obras de arte y las señalizaciones. Entre las obras de arte se consideran los badenes, las cunetas, muros de contención, alcantarillas, pases de agua, pontones, puentes, etc.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada (CONCYTEC, 2018)

Diseño de investigación: No experimental, descriptivo.

3.2. Variables y operacionalización

Variable cualitativa: Diseño Geométrico. Es la aplicación de la ingeniería civil en el trazado de un camino o carretera sobre la superficie de un terreno. Esta variable se operacionalizó de acuerdo a las siguientes dimensiones: Diseño Horizontal, Diseño Vertical y Diseño Transversal.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Conformada por todos los caminos vecinales existentes en la provincia de Ayabaca.

Muestra: No probabilística e intencional, conformada por el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura.

Criterios de inclusión: Camino sin pavimentar, en actuales condiciones de uso y sin diseño geométrico previo.

Criterios de exclusión: Caminos pavimentados, o clausurados.

Unidad de análisis: camino vecinal.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Se utilizó la técnica del análisis documental y de la observación. Análisis documental en la recolección de información general de la zona y en la revisión de estudios previos realizados como el levantamiento topográfico y el estudio de tránsito. Observación en el reconocimiento de campo y condiciones actuales de la zona, el eje existente de la vía, quebradas existentes que crucen al camino, tipo de suelo, entre otros.

Instrumentos: Entre los instrumentos se utilizaron fichas de recolección de datos donde se registró la información obtenida del análisis documental y de lo observado en campo que servirá para definir las bases de diseño.

Validez y confiabilidad: Las técnicas e instrumentos utilizados en esta investigación se encuentran correctamente validados.

3.5. Procedimientos

Se programaron las visitas respectivas para el levantamiento de la información de campo, previa coordinación con las personas encargadas del camino vecinal. Se revisaron los estudios realizados por la autoridad competente de la zona como fue el estudio de tránsito y el estudio topográfico de los cuales se extrajo la información necesaria como los conteos vehiculares, el IMDa de la zona, los planos de topografía y otros que fueron necesarios para determinar los criterios básicos de diseño y así proceder a realizar el diseño geométrico y elaborar los distintos planos.

3.6. Método de análisis de datos

Recopilada la información de campo, esta fue procesada en diferentes softwares. Para el caso del levantamiento topográfico y la elaboración de la superficie del terreno, se empleó el software Autodesk Civil 3D 2018. Los diferentes cálculos complementarios fueron realizados en Microsoft Excel 2016, y el diseño geométrico fue realizado en Autodesk Civil 3D 2018 siguiendo los criterios de diseño de lo establecido en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Perú. Adicionalmente, se realizó una simulación de trayectoria de vehículos con el software Vehicle Tracking 2018 de Autodesk para verificar el cumplimiento geométrico de la alternativa propuesta.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio se realizó en concordancia con los aspectos éticos exigidos en investigación. La información utilizada es veraz y confiable. No existen conflictos de interés.

IV. RESULTADOS

- Resultados del diseño horizontal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.



Figura 9. Diseño horizontal del camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura

Tabla 8. Resultados de tangentes – Diseño geométrico horizontal.

N° Elemento	Longitud (m)	Dirección	PC	PT
1	15.42	N38° 26' 49"E	0+000.00m	0+015.42m
2	59.76	N63° 34' 40"E	0+039.54m	0+099.30m
3	36.70	N60° 01' 41"E	0+107.98m	0+144.67m
4	17.80	S43° 25' 04"W	0+173.19m	0+190.99m
5	86.81	S23° 52' 28"E	0+255.59m	0+342.40m
6	21.67	N75° 02' 11"E	0+363.63m	0+385.29m
7	16.16	S86° 34' 19"E	0+402.95m	0+419.10m
8	42.38	N71° 30' 25"E	0+440.15m	0+482.53m
9	26.78	N0° 56' 30"E	0+519.48m	0+546.26m
10	75.05	S88° 48' 44"E	0+585.64m	0+660.68m
11	41.46	N69° 37' 32"E	0+692.67m	0+734.13m
12	24.04	S45° 47' 22"E	0+796.13m	0+820.17m
13	58.64	N8° 17' 43"E	0+875.11m	0+933.75m
14	20.71	N0° 20' 37"E	0+953.18m	0+973.89m
15	12.27	N49° 51' 49"E	0+995.50m	1+007.77m
16	37.03	N9° 33' 07"W	1+033.69m	1+070.73m
17	64.92	N66° 53' 40"E	1+104.08m	1+169.01m
18	96.97	N19° 52' 09"E	1+189.53m	1+286.49m

N° Elemento	Longitud (m)	Dirección	PC	PT
19	34.01	N58° 10' 10"E	1+323.26m	1+357.27m
20	19.66	N72° 21' 00"E	1+391.92m	1+411.58m
21	12.83	N57° 38' 04"W	1+502.90m	1+515.72m
22	17.44	N56° 15' 53"W	1+515.72m	1+533.17m
23	13.20	N1° 05' 26"W	1+586.13m	1+599.33m
24	11.94	N11° 16' 11"W	1+609.10m	1+621.04m
25	17.27	S3° 23' 06"W	1+655.02m	1+672.28m
26	32.63	S74° 36' 27"E	1+726.73m	1+759.36m
27	41.69	S32° 30' 48"E	1+781.40m	1+823.09m
28	16.04	S12° 29' 16"E	1+851.05m	1+867.10m
29	12.45	N29° 03' 32"W	1+901.40m	1+913.86m
30	39.11	N14° 15' 01"W	1+928.07m	1+967.18m
31	19.37	N36° 50' 56"W	1+988.87m	2+008.24m
32	8.42	S44° 34' 59"E	2+038.31m	2+046.73m
33	24.01	S14° 53' 58"E	2+072.63m	2+096.64m
34	85.99	S62° 29' 28"E	2+142.32m	2+228.31m
35	98.76	S39° 25' 26"W	2+272.77m	2+371.54m
36	7.21	S66° 30' 35"E	2+408.51m	2+415.72m
37	11.32	S54° 49' 16"W	2+458.07m	2+469.40m
38	45.41	S19° 17' 22"E	2+495.27m	2+540.68m
39	61.72	S20° 50' 09"W	2+568.69m	2+630.42m
40	36.80	S89° 24' 49"W	2+714.20m	2+751.00m
41	73.15	S5° 28' 11"E	2+775.84m	2+848.99m
42	25.19	S26° 22' 10"W	2+901.78m	2+926.97m
43	15.33	S7° 49' 02"W	2+969.06m	2+984.39m
44	3.85	S61° 05' 58"W	3+021.59m	3+025.44m
45	31.24	S36° 35' 04"W	3+081.06m	3+112.30m
46	16.95	N88° 55' 54"W	3+136.08m	3+153.02m
47	49.60	S50° 43' 55"E	3+177.77m	3+227.36m
48	25.48	N78° 05' 50"E	3+249.69m	3+275.17m
49	28.47	S1° 34' 29"E	3+318.95m	3+347.42m
50	12.83	S17° 00' 46"W	3+365.26m	3+378.09m
51	37.84	S5° 15' 36"E	3+399.47m	3+437.31m
52	40.55	N51° 28' 20"E	3+469.58m	3+510.12m
53	40.24	N39° 43' 21"E	3+538.83m	3+579.08m
54	31.34	S59° 12' 00"E	3+614.45m	3+645.79m
55	29.72	N15° 47' 18"W	3+669.63m	3+699.35m
56	17.98	N73° 09' 52"E	3+761.46m	3+779.44m
57	23.18	N37° 01' 50"E	3+814.12m	3+837.31m
58	96.18	S75° 59' 18"E	3+872.38m	3+968.55m
59	44.51	S49° 43' 31"E	3+998.35m	4+042.85m
60	15.68	S10° 41' 24"E	4+070.11m	4+085.79m
61	32.67	S44° 12' 36"E	4+117.97m	4+150.64m

N° Elemento	Longitud (m)	Dirección	PC	PT
62	25.93	N14° 51' 15"E	4+175.97m	4+201.90m
63	28.35	N52° 05' 06"E	4+221.39m	4+249.74m
64	2.09	N84° 12' 08"E	4+280.57m	4+282.66m
65	9.53	N23° 20' 36"W	4+310.82m	4+320.35m
66	91.67	N31° 59' 49"E	4+349.33m	4+441.00m
67	37.79	S76° 21' 12"E	4+497.27m	4+535.06m
68	86.80	N86° 18' 10"E	4+566.85m	4+653.65m
69	118.54	N48° 03' 12"E	4+673.67m	4+792.21m
70	14.57	N80° 34' 04"E	4+806.40m	4+820.97m
71	7.25	N8° 06' 08"E	4+858.91m	4+866.15m
72	32.74	N42° 43' 09"E	4+881.26m	4+914.00m
73	21.62	N85° 43' 51"E	4+932.77m	4+954.39m
74	15.92	N51° 32' 05"E	4+981.25m	4+997.16m
75	7.22	N26° 45' 20"E	5+031.76m	5+038.99m
76	63.22	S37° 47' 08"E	5+059.14m	5+122.36m
77	57.28	N84° 38' 31"E	5+147.48m	5+204.76m
78	115.60	N57° 25' 03"E	5+230.89m	5+346.49m
79	35.31	S89° 04' 26"E	5+366.96m	5+402.27m
80	13.12	N61° 05' 06"E	5+433.51m	5+446.64m
81	77.99	S25° 09' 28"E	5+487.55m	5+565.54m
82	9.21	S76° 46' 25"E	5+588.06m	5+597.26m
83	35.38	S56° 15' 28"E	5+622.33m	5+657.71m
84	17.49	S30° 58' 10"E	5+668.74m	5+686.23m
85	67.99	S66° 43' 01"E	5+701.83m	5+769.82m
86	58.03	S11° 32' 41"E	5+803.52m	5+861.55m
87	58.68	S0° 41' 08"W	5+890.37m	5+949.05m
88	20.37	N86° 35' 31"E	5+973.69m	5+994.05m
89	8.19	S52° 47' 20"E	6+015.32m	6+023.51m
90	25.54	S29° 08' 30"E	6+062.72m	6+088.25m
91	22.43	S35° 03' 53"W	6+116.27m	6+138.69m
92	34.63	S26° 45' 20"E	6+165.67m	6+200.30m
93	26.22	S6° 42' 40"E	6+231.78m	6+258.00m
94	6.74	S31° 09' 12"W	6+274.52m	6+281.26m
95	25.33	S57° 06' 56"E	6+296.67m	6+322.00m
96	4.34	S0° 53' 58"W	6+357.44m	6+361.78m
97	20.15	N82° 16' 37"E	6+387.60m	6+407.75m
98	17.28	S64° 55' 54"E	6+430.64m	6+447.92m
99	66.33	N85° 21' 51"E	6+499.76m	6+566.09m
100	25.46	N64° 28' 04"E	6+586.15m	6+611.62m
101	16.31	N79° 15' 08"E	6+645.16m	6+661.47m
102	25.07	N39° 32' 00"E	6+699.59m	6+724.67m
103	8.34	N12° 08' 42"W	6+747.21m	6+755.55m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Resultados de curvas horizontales – Diseño geométrico horizontal.

N° Elemento	Longitud (m)	Radio (m)	PC	PT	Longitud de cuerda	Dirección de cuerda
1	24.12	55.00	0+015.42m	0+039.54m	23.931m	N51° 00' 45"E
2	8.67	140.00	0+099.30m	0+107.98m	8.673m	N61° 48' 10"E
3	28.52	10.00	0+144.67m	0+173.19m	19.790m	S38° 16' 38"E
4	64.60	55.00	0+190.99m	0+255.59m	60.947m	S9° 46' 18"W
5	21.23	15.00	0+342.40m	0+363.63m	19.501m	S64° 25' 08"E
6	17.66	55.00	0+385.29m	0+402.95m	17.579m	N84° 13' 56"E
7	21.04	55.00	0+419.10m	0+440.15m	20.914m	N82° 28' 03"E
8	36.95	30.00	0+482.53m	0+519.48m	34.657m	N36° 13' 27"E
9	39.38	25.00	0+546.26m	0+585.64m	35.431m	N46° 03' 53"E
10	31.99	85.00	0+660.68m	0+692.67m	31.800m	N80° 24' 24"E
11	62.00	55.00	0+734.13m	0+796.13m	58.766m	S78° 04' 55"E
12	54.94	25.00	0+820.17m	0+875.11m	44.533m	N71° 15' 10"E
13	19.43	140.00	0+933.75m	0+953.18m	19.414m	N4° 19' 10"E
14	21.61	25.00	0+973.89m	0+995.50m	20.941m	N25° 06' 13"E
15	25.93	25.00	1+007.77m	1+033.69m	24.779m	N20° 09' 21"E
16	33.36	25.00	1+070.73m	1+104.08m	30.936m	N28° 40' 16"E
17	20.52	25.00	1+169.01m	1+189.53m	19.948m	N43° 22' 54"E
18	36.77	55.00	1+286.49m	1+323.26m	36.085m	N39° 01' 09"E
19	34.65	140.00	1+357.27m	1+391.92m	34.562m	N65° 15' 35"E
20	28.69	26.63	1+411.58m	1+440.27m	27.325m	N41° 28' 55"E
21	48.28	50.00	1+454.62m	1+502.90m	46.426m	N29° 58' 20"W
22	52.96	55.00	1+533.17m	1+586.13m	50.940m	N28° 40' 39"W
23	9.77	55.00	1+599.33m	1+609.10m	9.758m	N6° 10' 49"W
24	33.97	10.00	1+621.04m	1+655.02m	19.837m	N86° 03' 27"E
25	54.45	40.00	1+672.28m	1+726.73m	50.342m	S35° 36' 41"E
26	22.04	30.00	1+759.36m	1+781.40m	21.548m	S53° 33' 38"E
27	27.96	80.00	1+823.09m	1+851.05m	27.819m	S22° 30' 02"E
28	34.31	10.00	1+867.10m	1+901.40m	19.791m	N69° 13' 36"E
29	14.22	55.00	1+913.86m	1+928.07m	14.176m	N21° 39' 17"W
30	21.69	55.00	1+967.18m	1+988.87m	21.553m	N25° 32' 59"W
31	30.07	10.00	2+008.24m	2+038.31m	19.954m	N49° 17' 02"E
32	25.90	50.00	2+046.73m	2+072.63m	25.615m	S29° 44' 29"E
33	45.69	55.00	2+096.64m	2+142.32m	44.383m	S38° 41' 43"E
34	44.47	25.00	2+228.31m	2+272.77m	38.834m	S11° 32' 01"E
35	36.98	20.00	2+371.54m	2+408.51m	31.931m	S13° 32' 35"E
36	42.35	20.00	2+415.72m	2+458.07m	34.871m	S5° 50' 39"E
37	25.87	20.00	2+469.40m	2+495.27m	24.103m	S17° 45' 57"W
38	28.01	40.00	2+540.68m	2+568.69m	27.444m	S0° 46' 23"W
39	83.78	70.00	2+630.42m	2+714.20m	78.871m	S55° 07' 29"W
40	24.84	15.00	2+751.00m	2+775.84m	22.098m	S41° 58' 19"W

N° Elemento	Longitud (m)	Radio (m)	PC	PT	Longitud de cuerda	Dirección de cuerda
41	52.79	95.00	2+848.99m	2+901.78m	52.115m	S10° 27' 00"W
42	42.09	130.00	2+926.97m	2+969.06m	41.910m	S17° 05' 36"W
43	37.20	40.00	2+984.39m	3+021.59m	35.872m	S34° 27' 30"W
44	55.62	130.00	3+025.44m	3+081.06m	55.199m	S48° 50' 31"W
45	23.77	25.00	3+112.30m	3+136.08m	22.887m	S63° 49' 35"W
46	24.75	10.00	3+153.02m	3+177.77m	18.899m	S20° 10' 05"W
47	22.33	25.00	3+227.36m	3+249.69m	21.593m	S76° 19' 02"E
48	43.78	25.00	3+275.17m	3+318.95m	38.394m	S51° 44' 20"E
49	17.84	55.00	3+347.42m	3+365.26m	17.765m	S7° 43' 08"W
50	21.38	55.00	3+378.09m	3+399.47m	21.246m	S5° 52' 35"W
51	32.27	15.00	3+437.31m	3+469.58m	26.398m	S66° 53' 38"E
52	28.71	140.00	3+510.12m	3+538.83m	28.660m	N45° 35' 51"E
53	35.38	25.00	3+579.08m	3+614.45m	32.498m	N80° 15' 41"E
54	23.84	10.00	3+645.79m	3+669.63m	18.582m	N52° 30' 21"E
55	62.10	40.00	3+699.35m	3+761.46m	56.049m	N28° 41' 17"E
56	34.69	55.00	3+779.44m	3+814.12m	34.114m	N55° 05' 51"E
57	35.07	30.00	3+837.31m	3+872.38m	33.108m	N70° 31' 16"E
58	29.79	65.00	3+968.55m	3+998.35m	29.534m	S62° 51' 25"E
59	27.25	40.00	4+042.85m	4+070.11m	26.728m	S30° 12' 28"E
60	32.18	55.00	4+085.79m	4+117.97m	31.720m	S27° 27' 00"E
61	25.33	12.00	4+150.64m	4+175.97m	20.882m	N75° 19' 19"E
62	19.49	30.00	4+201.90m	4+221.39m	19.153m	N33° 28' 11"E
63	30.83	55.00	4+249.74m	4+280.57m	30.428m	N68° 08' 37"E
64	28.16	15.00	4+282.66m	4+310.82m	24.200m	N30° 25' 46"E
65	28.98	30.00	4+320.35m	4+349.33m	27.863m	N4° 19' 37"E
66	56.27	45.00	4+441.00m	4+497.27m	52.678m	N67° 49' 19"E
67	31.78	105.00	4+535.06m	4+566.85m	31.663m	S85° 01' 31"E
68	20.03	30.00	4+653.65m	4+673.67m	19.657m	N67° 10' 41"E
69	14.19	25.00	4+792.21m	4+806.40m	13.997m	N64° 18' 38"E
70	37.94	30.00	4+820.97m	4+858.91m	35.464m	N44° 20' 06"E
71	15.10	25.00	4+866.15m	4+881.26m	14.876m	N25° 24' 39"E
72	18.77	25.00	4+914.00m	4+932.77m	18.330m	N64° 13' 30"E
73	26.86	45.00	4+954.39m	4+981.25m	26.461m	N68° 37' 58"E
74	34.60	80.00	4+997.16m	5+031.76m	34.329m	N39° 08' 43"E
75	20.15	10.00	5+038.99m	5+059.14m	16.911m	N84° 29' 06"E
76	25.12	25.00	5+122.36m	5+147.48m	24.077m	S66° 34' 18"E
77	26.13	55.00	5+204.76m	5+230.89m	25.889m	N71° 01' 47"E
78	20.47	35.00	5+346.49m	5+366.96m	20.179m	N74° 10' 18"E
79	31.25	60.00	5+402.27m	5+433.51m	30.897m	N76° 00' 20"E
80	40.91	25.00	5+446.64m	5+487.55m	36.495m	S72° 02' 11"E
81	22.52	25.00	5+565.54m	5+588.06m	21.768m	S50° 57' 56"E

N° Elemento	Longitud (m)	Radio (m)	PC	PT	Longitud de cuerda	Dirección de cuerda
82	25.07	70.00	5+597.26m	5+622.33m	24.931m	S66° 30' 56"E
83	11.03	25.00	5+657.71m	5+668.74m	10.945m	S43° 36' 49"E
84	15.60	25.00	5+686.23m	5+701.83m	15.346m	S48° 50' 35"E
85	33.70	35.00	5+769.82m	5+803.52m	32.416m	S39° 07' 51"E
86	28.82	135.00	5+861.55m	5+890.37m	28.762m	S5° 25' 47"E
87	24.63	15.00	5+949.05m	5+973.69m	21.957m	S46° 21' 41"E
88	21.27	30.00	5+994.05m	6+015.32m	20.826m	S73° 05' 54"E
89	39.21	95.00	6+023.51m	6+062.72m	38.931m	S40° 57' 55"E
90	28.02	25.00	6+088.25m	6+116.27m	26.572m	S2° 57' 41"W
91	26.97	25.00	6+138.69m	6+165.67m	25.685m	S4° 09' 16"W
92	31.49	90.00	6+200.30m	6+231.78m	31.326m	S16° 44' 00"E
93	16.52	25.00	6+258.00m	6+274.52m	16.222m	S12° 13' 16"W
94	15.41	10.00	6+281.26m	6+296.67m	13.927m	S12° 58' 52"E
95	35.44	35.00	6+322.00m	6+357.44m	33.945m	S28° 06' 29"E
96	25.82	15.00	6+361.78m	6+387.60m	22.748m	S48° 24' 43"E
97	22.89	40.00	6+407.75m	6+430.64m	22.581m	S81° 19' 39"E
98	51.84	100.00	6+447.92m	6+499.76m	51.265m	S79° 47' 01"E
99	20.06	55.00	6+566.09m	6+586.15m	19.948m	N74° 54' 58"E
100	33.55	130.00	6+611.62m	6+645.16m	33.452m	N71° 51' 36"E
101	38.13	55.00	6+661.47m	6+699.59m	37.369m	N59° 23' 34"E
102	22.55	25.00	6+724.67m	6+747.21m	21.792m	N13° 41' 39"E

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la Figura 9, Tabla 8 y Tabla 9; se presenta el diseño horizontal de la vía. El tramo se compone de 6,755.55m de vía en total de los cuales resultaron 3,575.85m de tramos tangentes con longitudes de hasta 118.54m; y resultaron 3,179.71m de tramos curvos con radios que van desde los 10m hasta 140m. En total el alineamiento horizontal presenta 103 tangentes y 102 curvas.

Tabla 10. Resultados de sobrecanchos en curvas horizontales – Diseño geométrico horizontal.

No.	Radio (m)	Sobrecancho (m)
3	10.00	1.95
5	15.00	1.26
8	30.00	0.62
9	25.00	0.75
12	25.00	0.75

No.	Radio (m)	Sobrancho (m)
14	25.00	0.75
15	25.00	0.75
16	25.00	0.75
17	25.00	0.75
20	26.63	0.70
24	10.00	1.94
25	40.00	0.47
26	30.00	0.62
28	10.00	1.94
31	10.00	1.95
34	25.00	0.75
35	20.00	0.94
36	20.00	0.94
37	20.00	0.94
38	40.00	0.46
40	15.00	1.26
43	40.00	0.46
45	25.00	0.75
46	10.00	1.94
47	25.00	0.75
48	25.00	0.75
51	15.00	1.26
53	25.00	0.75
54	10.00	1.94
55	40.00	0.47
57	30.00	0.62
59	40.00	0.47
61	12.00	1.60
62	30.00	0.62
64	15.00	1.26
65	30.00	0.62
66	45.00	0.41
68	30.00	0.62
69	25.00	0.75
70	30.00	0.62
71	25.00	0.75
72	25.00	0.75
73	45.00	0.42
75	10.00	1.95
76	25.00	0.75
78	35.00	0.53
80	25.00	0.75
81	25.00	0.75
83	25.00	0.75
84	25.00	0.75

No.	Radio (m)	Sobrancho (m)
85	35.00	0.54
87	15.00	1.26
88	30.00	0.62
90	25.00	0.75
91	25.00	0.75
93	25.00	0.75
94	10.00	1.94
95	35.00	0.54
96	15.00	1.26
97	40.00	0.47
102	25.00	0.75

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la Tabla 10 los resultados de los sobranchos en curvas para una velocidad de diseño de 30 km/h y un vehículo de diseño VL. El sobrancho mayor obtenido es para la curva de radio 10m (Sa: 1.94 m), mientras que el menor sobrancho es para la curva de radio 45m (Sa: 0.41 m).

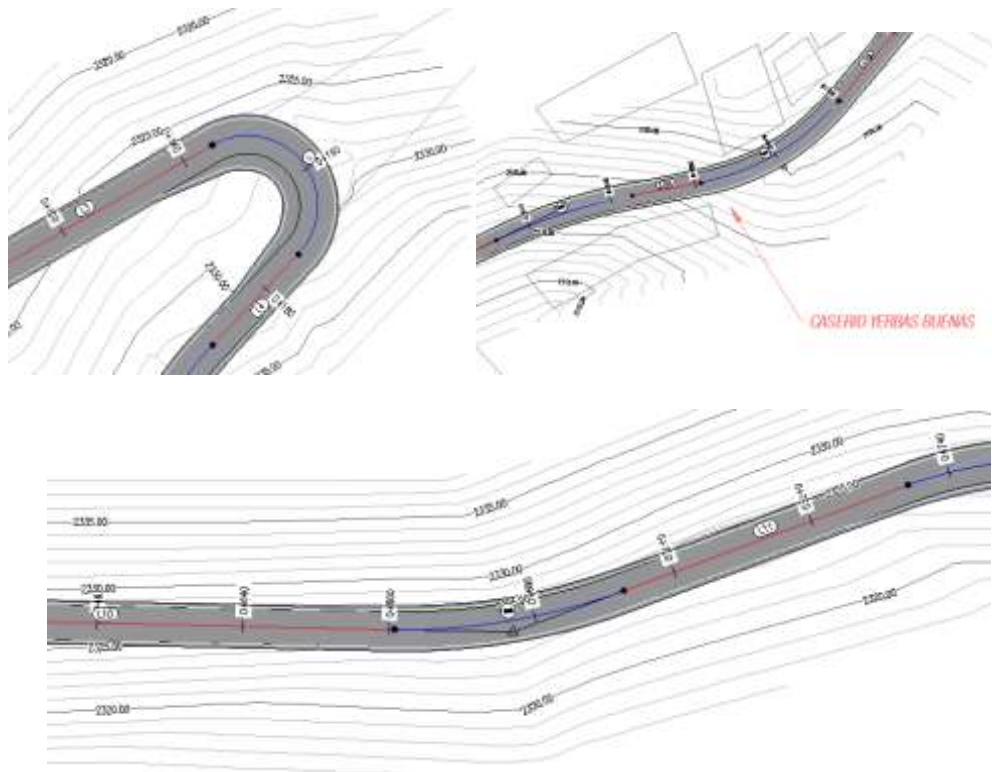


Figura 10. Elementos del diseño horizontal, Camino vecinal Lagunas – El Naranja – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura

- Resultados del Diseño Vertical para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.

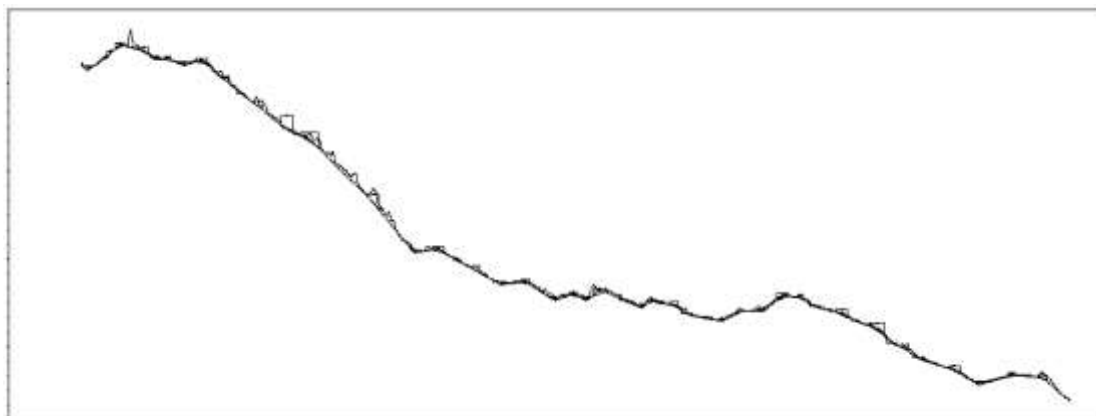


Figura 11. Diseño de Rasante del camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura

Tabla 11. Resultado de curvas verticales - Diseño Geométrico Vertical

PVI	PROG.	COTA RASANTE (m.s.n.m.)	PENDIENTE		A	TIPO DE CURVA	L (m)	K
			INGRESO	SALIDA				
1	0+000.00	2322.470		-10.39%				
2	0+036.86	2318.639	-10.39%	6.76%	17.15%	Convexa	70.00	4.081
3	0+160.60	2327.007	6.76%	9.32%	2.55%	Convexa	30.00	11.754
4	0+258.93	2336.166	9.32%	-2.50%	11.81%	Cóncava	60.00	5.08
5	0+420.68	2332.130	-2.50%	-6.87%	4.37%	Cóncava	60.00	13.715
6	0+500.59	2326.640	-6.87%	-0.27%	6.60%	Convexa	60.00	9.085
7	0+589.50	2326.403	-0.27%	-3.83%	3.57%	Cóncava	35.00	9.816
8	0+701.52	2322.111	-3.83%	3.40%	7.23%	Convexa	60.00	8.299
9	0+817.04	2326.037	3.40%	-9.19%	12.59%	Cóncava	80.00	6.354
10	0+947.77	2314.020	-9.19%	-7.18%	2.01%	Convexa	30.00	14.891
11	0+986.14	2311.266	-7.18%	-8.09%	0.91%	Cóncava	30.00	32.948
12	1+082.67	2303.458	-8.09%	-7.51%	0.58%	Convexa	50.00	86.282
13	1+211.86	2293.758	-7.51%	-8.42%	0.92%	Cóncava	60.00	65.543
14	1+404.50	2277.529	-8.42%	-3.72%	4.71%	Convexa	80.00	16.994
15	1+555.19	2271.928	-3.72%	-9.81%	6.09%	Cóncava	120.00	19.709
16	1+727.77	2255.006	-9.81%	-9.87%	0.06%			
17	1+999.17	2228.219	-9.87%	-12.44%	2.57%	Cóncava	80.00	31.137
18	2+274.34	2193.991	-12.44%	1.69%	14.13%	Convexa	60.00	4.246
19	2+438.45	2196.768	1.69%	-6.29%	7.98%	Cóncava	80.00	10.026
20	2+565.26	2188.797	-6.29%	-5.10%	1.19%	Convexa	50.00	41.979
21	2+699.57	2181.952	-5.10%	-6.06%	0.97%	Cóncava	50.00	51.637
22	2+860.90	2172.170	-6.06%	1.20%	7.26%	Convexa	90.00	12.389
23	3+033.60	2174.243	1.20%	-6.25%	7.45%	Cóncava	60.00	8.052

PVI	PROG.	COTA RASANTE (m.s.n.m.)	PENDIENTE		A	TIPO DE CURVA	L (m)	K
			INGRESO	SALIDA				
24	3+236.29	2161.573	-6.25%	3.48%	9.73%	Convexa	70.00	7.195
25	3+364.73	2166.039	3.48%	-5.40%	8.87%	Cóncava	50.00	5.635
26	3+455.34	2161.150	-5.40%	9.12%	14.52%	Convexa	45.00	3.099
27	3+542.28	2169.082	9.12%	-4.58%	13.71%	Cóncava	80.00	5.836
28	3+710.69	2161.362	-4.58%	-3.89%	0.70%	Convexa	60.00	86.048
29	3+834.08	2156.566	-3.89%	8.75%	12.63%	Convexa	45.00	3.562
30	3+896.68	2162.042	8.75%	-4.63%	13.38%	Cóncava	50.00	3.738
31	3+960.60	2159.083	-4.63%	-0.32%	4.31%	Convexa	50.00	11.594
32	4+055.16	2158.784	-0.32%	-8.60%	8.29%	Cóncava	60.00	7.241
33	4+136.96	2151.747	-8.60%	-1.85%	6.75%	Convexa	60.00	8.889
34	4+379.58	2147.252	-1.85%	5.43%	7.28%	Convexa	35.00	4.808
35	4+501.65	2153.877	5.43%	0.40%	5.03%	Cóncava	35.00	6.96
36	4+664.79	2154.527	0.40%	7.87%	7.48%	Convexa	70.00	9.364
37	4+795.05	2164.784	7.87%	-1.11%	8.98%	Cóncava	80.00	8.908
38	4+917.25	2163.431	-1.11%	-6.65%	5.55%	Cóncava	35.00	6.311
39	5+013.95	2156.998	-6.65%	-2.33%	4.32%	Convexa	70.00	16.196
40	5+202.69	2152.599	-2.33%	-6.13%	3.80%	Cóncava	80.00	21.049
41	5+295.42	2146.914	-6.13%	-2.70%	3.43%	Convexa	55.00	16.042
42	5+441.29	2142.971	-2.70%	-11.05%	8.35%	Cóncava	100.00	11.975
43	5+538.48	2132.228	-11.05%	-3.47%	7.58%	Convexa	70.00	9.229
44	5+634.34	2128.903	-3.47%	-7.56%	4.09%	Cóncava	50.00	12.229
45	5+730.51	2121.634	-7.56%	-3.33%	4.23%	Convexa	80.00	18.918
46	5+970.39	2113.650	-3.33%	-5.95%	2.63%	Cóncava	80.00	30.469
47	6+136.30	2103.771	-5.95%	2.92%	8.88%	Convexa	90.00	10.14
48	6+360.74	2110.327	2.92%	-0.59%	3.51%	Cóncava	50.00	14.23
49	6+575.53	2109.054	-0.59%	-8.90%	8.31%	Cóncava	50.00	6.015
50	6+755.55	2093.023	-8.90%					

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Tabla 11, el diseño vertical o diseño de rasante presenta una pendiente mínima de 0.27% y una pendiente máxima de 11.05% y de manera excepcional un tramo de 12.44%. La pendiente promedio del tramo proyectado es de 5.46%. Los valores de K varían desde 3.099 hasta 86.282 lo cual indica que la vía cumple con los valores de índice K para longitud controlada por visibilidad de parada.

Resultados del Diseño transversal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.

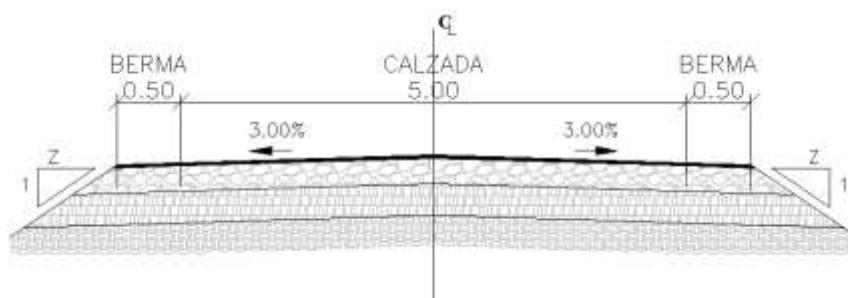


Figura 12. Sección típica para el Camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura

Como se observa en la Figura 12, la sección transversal propuesta para el presente proyecto tiene una calzada de 5.00 m de ancho, con dos carriles de 2.50m, bermas de 0.50 m en ambos lados de la calzada. Se adoptó un bombeo de 3% en concordancia con la norma (para carreteras no pavimentadas se debe considerar un bombeo de 3%).

Tabla 12. Resultados de Peralte – Diseño Geométrico Transversal

Curva	Progresiva	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho
	0+000.00m	-3.00%	-3.00%
1	-0+026.15m	-3.00%	-3.00%
1	-0+026.15m	-3.00%	-3.00%
1	-0+011.88m	0.00%	-3.00%
1	0+002.39m	3.00%	-3.00%
1	0+002.39m	3.00%	-3.00%
1	0+027.12m	8.20%	-8.20%
1	0+027.84m	8.20%	-8.20%
2	0+101.68m	-4.40%	4.40%
2	0+105.60m	-4.40%	4.40%
3	0+157.59m	11.60%	-11.60%
3	0+160.27m	11.60%	-11.60%
4	0+202.69m	-8.20%	8.20%
4	0+243.89m	-8.20%	8.20%
5	0+346.23m	-12.00%	12.00%
5	0+359.80m	-12.00%	12.00%
6	0+391.25m	8.20%	-8.20%
6	0+396.99m	8.20%	-8.20%
7	0+428.45m	-8.20%	8.20%
7	0+430.80m	-8.20%	8.20%

Curva	Progresiva	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho
8	0+498.13m	-10.80%	10.80%
8	0+503.88m	-10.80%	10.80%
9	0+562.76m	11.40%	-11.40%
9	0+569.14m	11.40%	-11.40%
10	0+670.28m	-6.60%	6.60%
10	0+683.07m	-6.60%	6.60%
11	0+745.83m	8.20%	-8.20%
11	0+784.43m	8.20%	-8.20%
12	0+836.67m	-11.40%	11.40%
12	0+858.61m	-11.40%	11.40%
13	0+940.05m	-4.40%	4.40%
13	0+946.88m	-4.40%	4.40%
14	0+979.00m	11.40%	-11.40%
14	0+990.39m	11.40%	-11.40%
15	1+017.19m	-11.40%	11.40%
15	1+024.27m	-11.40%	11.40%
16	1+087.23m	11.40%	-11.40%
16	1+087.58m	11.40%	-11.40%
17	1+173.03m	-11.40%	11.40%
17	1+185.51m	-11.40%	11.40%
17	1+213.55m	-3.00%	3.00%
17	1+213.55m	-3.00%	3.00%
17	1+228.03m	-3.00%	0.00%
17	1+242.50m	-3.00%	-3.00%
17	1+242.50m	-3.00%	-3.00%
18	1+244.92m	-3.00%	-3.00%
18	1+244.92m	-3.00%	-3.00%
18	1+259.19m	0.00%	-3.00%
18	1+273.46m	3.00%	-3.00%
18	1+273.46m	3.00%	-3.00%
18	1+298.19m	8.20%	-8.20%
18	1+311.56m	8.20%	-8.20%
19	1+363.57m	4.40%	-4.40%
19	1+385.62m	4.40%	-4.40%
20	1+428.08m	-11.40%	11.40%
20	1+440.27m	-11.40%	11.40%
21	1+454.62m	-8.80%	8.80%
21	1+490.30m	-8.80%	8.80%
22	1+544.87m	8.20%	-8.20%
22	1+574.43m	8.20%	-8.20%
23	1+597.40m	-8.20%	8.20%
23	1+611.03m	-8.20%	8.20%
24	1+636.64m	11.60%	-11.60%

Curva	Progresiva	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho
24	1+639.42m	11.60%	-11.60%
25	1+686.08m	-9.60%	9.60%
25	1+712.93m	-9.60%	9.60%
26	1+765.80m	10.80%	-10.80%
26	1+774.96m	10.80%	-10.80%
27	1+832.99m	6.80%	-6.80%
27	1+841.15m	6.80%	-6.80%
28	1+882.70m	-11.60%	11.60%
28	1+885.80m	-11.60%	11.60%
29	1+916.37m	8.20%	-8.20%
29	1+925.56m	8.20%	-8.20%
30	1+977.17m	-8.20%	8.20%
30	1+978.88m	-8.20%	8.20%
31	2+022.71m	11.60%	-11.60%
31	2+023.84m	11.60%	-11.60%
32	2+059.03m	8.60%	-8.60%
32	2+060.33m	8.60%	-8.60%
33	2+108.34m	-8.20%	8.20%
33	2+130.62m	-8.20%	8.20%
34	2+244.81m	11.40%	-11.40%
34	2+256.27m	11.40%	-11.40%
34	2+296.80m	3.00%	-3.00%
34	2+296.80m	3.00%	-3.00%
34	2+311.27m	0.00%	-3.00%
34	2+325.75m	-3.00%	-3.00%
34	2+325.75m	-3.00%	-3.00%
35	2+329.90m	-3.00%	-3.00%
35	2+329.90m	-3.00%	-3.00%
35	2+343.54m	-3.00%	0.00%
35	2+357.17m	-3.00%	3.00%
35	2+357.17m	-3.00%	3.00%
35	2+383.54m	-8.80%	8.80%
35	2+396.51m	-8.80%	8.80%
36	2+427.72m	8.80%	-8.80%
36	2+446.07m	8.80%	-8.80%
37	2+481.40m	-8.80%	8.80%
37	2+483.27m	-8.80%	8.80%
38	2+554.48m	9.60%	-9.60%
38	2+554.89m	9.60%	-9.60%
39	2+641.22m	7.40%	-7.40%
39	2+703.40m	7.40%	-7.40%
40	2+762.34m	-10.00%	10.00%
40	2+764.50m	-10.00%	10.00%

Curva	Progresiva	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho
41	2+857.69m	6.00%	-6.00%
41	2+893.08m	6.00%	-6.00%
42	2+933.87m	-4.80%	4.80%
42	2+962.16m	-4.80%	4.80%
43	2+998.19m	9.60%	-9.60%
43	3+007.79m	9.60%	-9.60%
44	3+032.34m	-4.80%	4.80%
44	3+074.16m	-4.80%	4.80%
45	3+119.58m	11.40%	-11.40%
45	3+128.80m	11.40%	-11.40%
46	3+162.17m	-11.60%	11.60%
46	3+168.62m	-11.60%	11.60%
47	3+233.19m	-11.40%	11.40%
47	3+243.86m	-11.40%	11.40%
48	3+291.67m	11.40%	-11.40%
48	3+302.45m	11.40%	-11.40%
49	3+353.56m	8.20%	-8.20%
49	3+359.12m	8.20%	-8.20%
50	3+387.77m	-8.20%	8.20%
50	3+389.79m	-8.20%	8.20%
51	3+450.81m	-10.00%	10.00%
51	3+456.08m	-10.00%	10.00%
52	3+516.42m	-4.40%	4.40%
52	3+532.53m	-4.40%	4.40%
53	3+595.58m	11.40%	-11.40%
53	3+597.95m	11.40%	-11.40%
54	3+654.03m	-11.60%	11.60%
54	3+661.39m	-11.60%	11.60%
55	3+713.15m	9.60%	-9.60%
55	3+747.66m	9.60%	-9.60%
56	3+791.14m	-8.20%	8.20%
56	3+802.42m	-8.20%	8.20%
57	3+852.91m	10.80%	-10.80%
57	3+856.78m	10.80%	-10.80%
57	3+894.33m	3.00%	-3.00%
57	3+894.33m	3.00%	-3.00%
57	3+908.78m	0.00%	-3.00%
57	3+923.22m	-3.00%	-3.00%
57	3+923.22m	-3.00%	-3.00%
58	3+928.42m	-3.00%	-3.00%
58	3+928.42m	-3.00%	-3.00%
58	3+942.65m	0.00%	-3.00%
58	3+956.88m	3.00%	-3.00%

Curva	Progresiva	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho
58	3+956.88m	3.00%	-3.00%
58	3+979.65m	7.80%	-7.80%
58	3+987.25m	7.80%	-7.80%
59	4+056.31m	9.60%	-9.60%
59	4+056.65m	9.60%	-9.60%
60	4+097.49m	-8.20%	8.20%
60	4+106.27m	-8.20%	8.20%
61	4+161.27m	-10.80%	10.80%
61	4+165.34m	-10.80%	10.80%
62	4+205.79m	10.80%	-10.80%
62	4+217.50m	10.80%	-10.80%
63	4+261.44m	8.20%	-8.20%
63	4+268.87m	8.20%	-8.20%
64	4+296.16m	-10.00%	10.00%
64	4+297.32m	-10.00%	10.00%
65	4+333.73m	10.80%	-10.80%
65	4+335.95m	10.80%	-10.80%
66	4+453.90m	9.00%	-9.00%
66	4+484.37m	9.00%	-9.00%
67	4+543.16m	-5.60%	5.60%
67	4+558.75m	-5.60%	5.60%
67	4+571.28m	-3.00%	3.00%
67	4+571.28m	-3.00%	3.00%
67	4+585.75m	-3.00%	0.00%
67	4+600.21m	-3.00%	-3.00%
67	4+600.21m	-3.00%	-3.00%
68	4+602.80m	-3.00%	-3.00%
68	4+602.80m	-3.00%	-3.00%
68	4+617.25m	-3.00%	0.00%
68	4+631.69m	-3.00%	3.00%
68	4+631.69m	-3.00%	3.00%
68	4+658.07m	-10.80%	10.80%
68	4+669.25m	-10.80%	10.80%
68	4+695.63m	-3.00%	3.00%
68	4+695.63m	-3.00%	3.00%
68	4+710.07m	-3.00%	0.00%
68	4+724.52m	-3.00%	-3.00%
68	4+724.52m	-3.00%	-3.00%
69	4+739.24m	-3.00%	-3.00%
69	4+739.24m	-3.00%	-3.00%
69	4+753.71m	0.00%	-3.00%
69	4+768.18m	3.00%	-3.00%
69	4+768.18m	3.00%	-3.00%

Curva	Progresiva	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho
69	4+789.90m	11.40%	-11.40%
69	4+808.71m	11.40%	-11.40%
70	4+836.57m	-10.80%	10.80%
70	4+843.31m	-10.80%	10.80%
71	4+864.76m	11.40%	-11.40%
71	4+882.65m	11.40%	-11.40%
72	4+916.27m	11.40%	-11.40%
72	4+930.50m	11.40%	-11.40%
73	4+967.59m	-9.20%	9.20%
73	4+968.05m	-9.20%	9.20%
74	5+007.06m	-6.80%	6.80%
74	5+021.86m	-6.80%	6.80%
75	5+043.54m	11.60%	-11.60%
75	5+054.59m	11.60%	-11.60%
76	5+130.98m	-11.40%	11.40%
76	5+138.86m	-11.40%	11.40%
77	5+216.46m	-8.20%	8.20%
77	5+219.19m	-8.20%	8.20%
77	5+243.92m	-3.00%	3.00%
77	5+243.92m	-3.00%	3.00%
77	5+258.19m	-3.00%	0.00%
77	5+272.46m	-3.00%	-3.00%
77	5+272.46m	-3.00%	-3.00%
78	5+297.78m	-3.00%	-3.00%
78	5+297.78m	-3.00%	-3.00%
78	5+312.19m	0.00%	-3.00%
78	5+326.60m	3.00%	-3.00%
78	5+326.60m	3.00%	-3.00%
78	5+352.26m	10.20%	-10.20%
78	5+361.19m	10.20%	-10.20%
79	5+413.67m	-8.00%	8.00%
79	5+422.11m	-8.00%	8.00%
80	5+463.14m	11.40%	-11.40%
80	5+471.05m	11.40%	-11.40%
81	5+571.56m	-11.40%	11.40%
81	5+582.04m	-11.40%	11.40%
82	5+608.06m	7.40%	-7.40%
82	5+611.53m	7.40%	-7.40%
83	5+652.24m	11.40%	-11.40%
83	5+674.21m	11.40%	-11.40%
84	5+685.33m	-11.40%	11.40%
84	5+702.73m	-11.40%	11.40%
85	5+784.52m	10.20%	-10.20%

Curva	Progresiva	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho
85	5+788.82m	10.20%	-10.20%
86	5+868.15m	4.60%	-4.60%
86	5+883.77m	4.60%	-4.60%
87	5+960.19m	-10.00%	10.00%
87	5+962.55m	-10.00%	10.00%
88	5+999.72m	10.80%	-10.80%
88	6+009.65m	10.80%	-10.80%
89	6+032.21m	6.00%	-6.00%
89	6+054.02m	6.00%	-6.00%
90	6+099.77m	11.40%	-11.40%
90	6+104.75m	11.40%	-11.40%
91	6+149.17m	-11.40%	11.40%
91	6+155.19m	-11.40%	11.40%
92	6+209.30m	6.20%	-6.20%
92	6+222.78m	6.20%	-6.20%
93	6+263.42m	8.20%	-8.20%
93	6+269.10m	8.20%	-8.20%
94	6+281.07m	-11.60%	11.60%
94	6+296.86m	-11.60%	11.60%
95	6+331.30m	6.80%	-6.80%
95	6+348.14m	6.80%	-6.80%
96	6+374.10m	-10.00%	10.00%
96	6+375.28m	-10.00%	10.00%
97	6+416.84m	9.60%	-9.60%
97	6+421.55m	9.60%	-9.60%
98	6+456.32m	-5.80%	5.80%
98	6+491.36m	-5.80%	5.80%
99	6+574.45m	-8.20%	8.20%
99	6+577.79m	-8.20%	8.20%
100	6+618.52m	4.80%	-4.80%
100	6+638.26m	4.80%	-4.80%
101	6+673.17m	-8.20%	8.20%
101	6+687.89m	-8.20%	8.20%
102	6+730.71m	-11.40%	11.40%
102	6+741.17m	-11.40%	11.40%
102	6+771.24m	-3.00%	3.00%
102	6+771.24m	-3.00%	3.00%
102	6+785.71m	-3.00%	0.00%
102	6+800.19m	-3.00%	-3.00%
102	6+800.19m	-3.00%	-3.00%
	6+755.55m	-3.00%	-3.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la Tabla 12, en cada curva se ha calculado un peralte cuya finalidad es reducir la fuerza centrífuga que los vehículos generan al realizar giros, y garantizar su permanencia en el carril. El peralte máximo en la carretera proyectada es de 11.60% y el mínimo es de 3.00%.

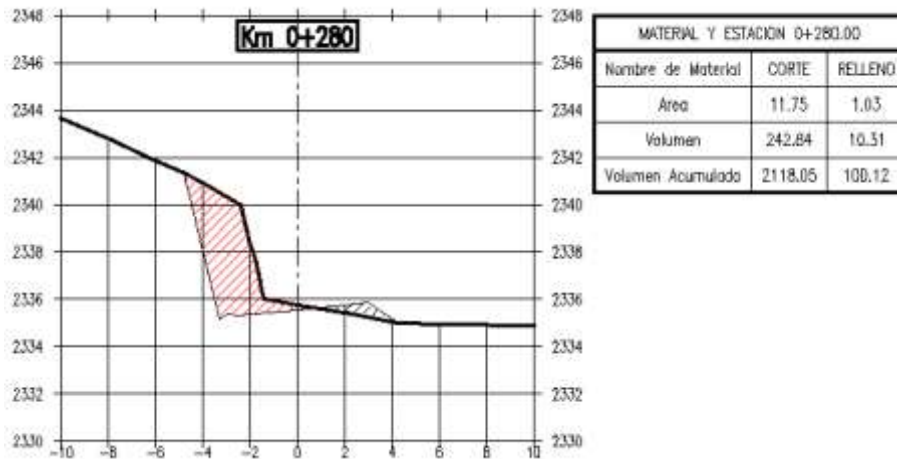


Figura 13. Formato de presentación de la Sección Transversal.

V. DISCUSIÓN

El presente estudio propone una alternativa de diseño geométrico para el Camino Vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia de Ayabaca – Piura, tomando cuenta en lo posible las recomendaciones y normas que establece el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones del Perú. Para el diseño horizontal, se propone un alineamiento de 6,755.55m con un total de 103 tangentes (3,575.85m) y 102 curvas (3,179.71m) que presentan radios variables que adoptan como mínimo 10 m y como máximo 140 m. Es importante mencionar que se adaptó el trazo de acuerdo a la vía existente; haciendo el mejoramiento de tramos tangentes y de las curvas, sobre todo en las denominadas de volteo. Esto con la finalidad de cumplir el criterio geométrico mínimo recomendado.

Al igual que Oblitas, C. (2018), la presente propuesta de diseño fue corroborada con el software Vehicle Tracking 2018 el cual es una extensión del AutoCAD Civil 3D que tiene como propósito modelar el trayecto vehicular de acuerdo a los parámetros que se ingresen como las dimensiones del vehículo y velocidades. Todo el trazo de la presente propuesta de diseño geométrico se modeló con este software con la intención de verificar las condiciones de seguridad del trayecto vehicular, resultado este seguro para un vehículo de tipo liviano como lo es una camioneta pick-up. En cuanto a los sobreamochos de las curvas, cabe mencionar que se empleó la fórmula propuesta en el manual sin incluir el factor empírico que se encuentra en función de la velocidad, dado que el manual menciona que este factor puede despreciarse si el proyectista asume que se está diseñando con velocidades bajas (20 a 30 km/h para el presente estudio). Y dado que la velocidad de diseño es baja, no se consideró su uso. El uso del Vehicle Tracking 2018 permitió corroborar que los vehículos circulen sin ningún problema en los tramos curvos, especialmente en las consideradas curvas de volteo.

Con respecto al diseño vertical, el presente estudio cumple con lo requerido en cuanto a visibilidad de parada. En cuanto a las pendientes longitudinales propuestas, estas cumplen con no superar el 11% a excepción de un tramo que supera ligeramente el 12%, aun así, se trabajó con pendientes que aseguran que los vehículos puedan subir sin ningún problema.

El diseño transversal propone una sección transversal de doble carril de 5.00 m de ancho, con calzadas de 2.50m, dos bermas en cada lado de los carriles que tienen un ancho de 0.50 m cuyas funciones son variables desde proteger los carriles hasta servir como espacio de estacionamiento en casos de emergencia en los que los vehículos puedan sufrir desperfectos y colocarse al lado de la vía sin comprometer el tránsito. El bombeo adoptado en toda la vía es de 3% dado que la norma indica que para carreteras no pavimentadas se debe considerar está pendiente transversal con la finalidad de asegurar un adecuado drenaje pluvial. Con respecto a los peraltes adaptados en cada curva, estas han sido calculadas con la formula propuesta en el manual de diseño geométrico, con la finalidad de que los vehículos al entrar en tramos curvos, dando como resultados peraltes que varían desde 3.00% hasta 11.60% (no llegando a superar los 12.00% como máximo que el Manual aconseja) garantizando que la fuerza centrífuga que los vehículos generan al realizar giros se reduzca y asegure su permanencia en el carril.

Para mejorar las condiciones de drenaje y de rodadura, es recomendable colocar una capa de mejoramiento superficial de tipo emulsión asfáltica bicapa de 1" de espesor. Así mismo es recomendable complementar este estudio con obras de arte como son cunetas, muros de contención, badenes y alcantarillas en tramos que crucen quebradas; por ello se recomienda complementar con un estudio hidrológico. Se recomienda complementar asimismo con un estudio de suelos y geotecnia, ya que con este estudio se podrá calcular la carpeta estructural de la vía de acuerdo a las necesidades de transito y asimismo determinar los taludes de corte en los cerros, ya que un mejoramiento vial basado en un correcto diseño geométrico siempre demandará un movimiento de tierras considerable. Los cortes en los cerros deben ser con taludes estables y adicionando banquetas en los tramos que sean necesarios. Asimismo, se debe considerar la proyección de muros de contención en tramos que lo requieran.

Las características geométricas propuestas en el presente diseño mejoran considerablemente el camino existente (mismo que no cumple con ningún criterio de diseño geométrico) mejorando la calzada de 4m a 5m lo que permite que dos vehículos circulen simultáneamente sin ningún problema, mejorando las

pendientes que en la vía existente superan el 14%, colocando sobreanchos en las curvas de volteo lo cual implicaría una reducción enorme del riesgo que dos vehículos se encuentren en estas curvas y puedan chocar, adicionando peraltes que garantizan la permanencia del vehículo en la calzada cuando va en trayectos curvos, garantizando una velocidad constante en la vía, entre otros beneficios. Estos resultados son similares a los obtenidos por autores como Alemán, H., Juárez, F., Nerio, J (2015); Suarez, C., Vera, A. (2015); y : Espíritu, G., Sandoval, D. (2019) quienes coinciden que un diseño geométrico optimiza tiempos de viaje, brindará la seguridad a sus usuarios, garantiza velocidades constantes y por consecuente mejorará las condiciones de vida de los pobladores beneficiados e impulsará el desarrollo económico.

VI. CONCLUSIONES

1. El diseño horizontal presenta un alineamiento compuesto por tangentes y curvas que suman 6,755.55 m de longitud, con una calzada de 5 m doble carril, un total de 103 tangentes y 102 curvas con radios que varían desde los 10 m hasta los 140 m y que presentan sobreeanchos para compensar el espacio de giro adicional requerido por los vehículos.
2. El diseño vertical presenta un diseño de rasante con tramos que cumplen una pendiente máxima de 11% y una pendiente mínima de 0.27%. Los valores de visibilidad de parada en el diseño vertical cumplen con lo mínimo exigido en la norma.
3. El diseño transversal propone una sección de doble carril de 5.00 m de ancho, con bermas de 0.50 m a ambos lados de la calzada, un bombeo de 3% que se desarrolla del centro de la vía hacia los costados, y peraltes en curvas de hasta 11.60%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda considerar la propuesta de diseño en un proyecto de mejoramiento vial del tramo en cuestión, dado que esta cumple con un diseño adecuado que asegura la seguridad que los vehículos tendrán para desplazarse en la misma.
2. Se recomienda realizar el cálculo estructural de la carpeta estructural del pavimento, así como complementar con estudios de hidrología para la proyección de las diferentes obras de arte como cunetas, alcantarillas, badenes. Complementar con estudios geotécnicos y de suelos para determinar los taludes de corte.
3. Se recomienda colocar una carpeta asfáltica de 1" o tratamiento superficial bicapa, con la finalidad de mejorar las condiciones de rodadura y asimismo, impermeabilizar la base de las lluvias, impidiendo que el agua filtre hasta la base del paquete estructural y cause daños considerables.

REFERENCIAS

- Aguilar, L. (2016). *Diseño Geométrico y pavimento flexible para mejorar accesibilidad vial en tres centros poblados, Pomalca, Lambayeque – 2016.*
- Aleman, H., Juarez, F., & Nerio, J. (2015). *Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque - Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras.* Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7856/>
- CCEX. (2018). *Perú: ¿qué porcentaje de la red vial no está pavimentada?* Recuperado el 1 de diciembre de 2020, de Revista Perú Construye: <https://peruconstruye.net/2018/11/16/peru-que-porcentaje-de-la-red-vial-no-esta-pavimentada/>
- Centurión, E., & Vargas, Y. (2019). *Propuesta de diseño geométrico y señalización de la ruta 107 tramo: Bocapán - Suárez - Bocana de la red vial departamental empalme PE-1N.* Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5645>
- CONCYTEC. (2018). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del SINACYT.* Recuperado el 20 de setiembre de 2020, de <https://portal.concytec.gob.pe>
- Cruz, O. (08 de agosto de 2013). *El mal diseño de carreteras también causa accidentes.* Obtenido de T21mx: <http://t21.com.mx/opinion/bitacora/2013/08/08/mal-diseno-carreteras-tambien-cause-accidentes>
- Espiritu, G., & Sandoval, D. (2019). *Diseño de la trocha carrozable del Centro Poblado Culebreros - Pueblo Nuevo de Mara y, distrito de Santa Catalina de Mossa, provincia de Morropón, departamento de Piura, 2016.*
- Estudio advierte que mal diseño de carreteras sería factor determinante de accidentes viales.* (12 de Febrero de 2014). Obtenido de RCN Radio: <https://www.rcnradio.com/colombia/mal-diseno-de-carreteras-seria-factor-determinante-de-accidentes-viales-116940>

- García, A., Pérez, A., & Camacho, F. (s.f.). *Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento*. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 3 de diciembre de 2020, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16911/Introducci%C3%B3n%20al%20dise%C3%B1o%20geom%C3%A9trico%20de%20carreteras.pdf>
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones - Perú. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño geométrico*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Núñez, J. (2014). *Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas*. (Tesis). Obtenido de https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/2143/MAS_ICIV-L_028.pdf
- Oblitas, C. (2018). *Diseño geométrico aplicando el software Autodesk: Vehicle Tracking en la trocha carrozable Lambayeque – Chornancap (0+000 KM-8+000 KM)*.
- Parrado, A., & García, A. (2017). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15217/1/PROPUESTA%20DE%20UN%20DISE%C3%91O%20GEOMETRICO%20VIAL%20.docx.pdf>
- Pingo, C. (2016). *Análisis geométrico de la ruta de evacuación vehicular de Punta Arenas a Tanques Tablazo en Talara*. Obtenido de <https://pirhua.udel.edu.pe/handle/11042/2570>
- Ruiz, E. (2018). *Diseño geométrico del camino vecinal Buenos Aires - sector Gobernador (00+000 km - 05+037.71 km), en el distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, región San Martín*.
- Sevilla, J. (2013). *Mejoramiento del diseño geométrico para incrementar la seguridad vial y reducir los accidentes - Carretera Nazca - Puquio*. [Tesis].

Recuperado el 21 de noviembre de 2020, de
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14967>

Suarez, C., & Vera, A. (2015). *Estudio y diseño de la vía El Salado - Manantial de Guangala del Cantón Santa Elena*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2273/1/UPSE-TIC-2015-010.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseño Geométrico	Es la aplicación de la ingeniería civil en el trazado de un camino o carretera sobre la superficie de un terreno.	Esta variable se midió de acuerdo a las siguientes dimensiones: Diseño Horizontal, Diseño Vertical y Diseño Transversal. Se empleó el levantamiento topográfico y conteo vehicular para realizar los respectivos diseños.	Diseño Horizontal	Tangentes Curvas horizontales Sobreeanchos
			Diseño Vertical	Pendiente Curvas verticales
			Diseño Transversal	Calzada y superficie de rodadura Bermas Bombeo Peralte

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA INTERNA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
GENERAL:	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE
¿Cuál será el diseño geométrico para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura?	Realizar el diseño geométrico para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura.	No tiene (Tesis descriptiva).	<ul style="list-style-type: none"> • “X” = Diseño geométrico
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICA	DIMENSIONES
¿Como es el diseño horizontal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura?	Realizar el diseño horizontal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura.	No tiene (Tesis descriptiva).	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño horizontal. • Diseño vertical. • Diseño Transversal.
¿Como es el diseño vertical para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura?	Realizar el diseño vertical para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura.	No tiene (Tesis descriptiva).	
¿Como es el diseño transversal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura?	Realizar el diseño transversal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura.	No tiene (Tesis descriptiva).	

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Realizar el diseño horizontal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura.	Población: Conformada por todos los caminos vecinales existentes en la provincia de Ayabaca.	No probabilística e intencional, conformada por el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca - Piura.	Análisis Documental Observación	Ficha de Recolección de datos
Realizar el diseño vertical para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.			Análisis Documental Observación	Ficha de Recolección de datos
Realizar el diseño transversal para el camino vecinal Lagunas – El Naranjo – Yervas Buenas, Provincia De Ayabaca – Piura.			Análisis Documental Observación	Ficha de Recolección de datos

ANEXO 4

RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ANÁLISIS DOCUMENTAL

ANÁLISIS DOCUMENTAL DEL ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA ZONA		
1.0 GENERALIDADES		
<p>La carretera pertenece a la Ruta Vecinal PI – 711, cuenta con una longitud aproximada de 6.82 Km cuyo inicio está ubicado en el Sector Lagunas. (Emp.PI-708) 0+000 pasando por los poblados: El Naranjo en la progresiva 4+000, y termina en el ingreso al caserío Yervas Buenas en la progresiva 6+820. Distrito de Lagunas, Provincia de Ayabaca, Departamento de Piura.</p>		
2.0 ANTECEDENTES		
<p>La red vial en evaluación se encuentra ubicada en el departamento de Piura, distrito de Lagunas, atraviesa los Caseríos de Lagunas (Emp. PI-708) – El Naranjo – Yervas Buenas, pertenecientes a la red vial Vecinal, ruta PI-711. La entidad responsable de llevar a cabo las políticas de gestión y mantener un monitoreo constante es la Municipalidad Distrital de Lagunas, entidad que según la Ley N°27181 Art. 17° es la encargada de construir, rehabilitar, mantener o mejorar la infraestructura vial que se encuentra bajo su jurisdicción.</p>		
3.0 TRABAJOS REALIZADOS		
<p>Se realizó un estudio volumétrico de tránsito en la Vía Vecinal: Lagunas (Emp. PI-708) – Naranjo – Yervas Buenas donde se ubicó (01) estación de conteo de 7 días de duración y las 24 horas, con clasificación por tipo de vehículo (motorizado), sentido y con régimen de una hora, para los tramos de carretera en evaluación. En gabinete se realizó el cálculo del IMDA el cual dio como resultado un valor de 59 vehículos(79.80% de vehículos ligeros, y 20.20% de vehículos pesados).</p>		
4.0 DATOS RELEVANTES DEL ESTUDIO		
IMDA : 59 vehículos	Velocidades de Operación: 20 a 30 km/h	Proyección al año 10: 147 vehículos
5.0 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO		
<p>El IMD para el tramo de la carretera Lagunas (Emp. PI-708) - Yervas Buenas es la estación E-1; es de 59 vehículos (Vehículos Ligeros = 47 y Vehículos Pesados = 12), para el año 2028 es de 147 vehículos. Las Velocidades de Operación en los tramos de las vías en evaluación</p>		

ANÁLISIS DOCUMENTAL DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

1.0 GENERALIDADES

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para obtener la representación fidedigna de un determinado terreno natural a fin de: Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos. Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales. Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

2.0 ANTECEDENTES

La red vial en evaluación se encuentra ubicada en el departamento de Piura, distrito de Lagunas, atraviesa los Caseríos de Lagunas (Emp. PI-708) – El Naranjo – Yervas Buenas, pertenecientes a la red vial Vecinal, ruta PI-711. La entidad responsable de llevar a cabo las políticas de gestión y mantener un monitoreo constante es la Municipalidad Distrital de Lagunas, entidad que según la Ley N°27181 Art. 17° es la encargada de construir, rehabilitar, mantener o mejorar la infraestructura vial que se encuentra bajo su jurisdicción.

3.0 TRABAJOS REALIZADOS

El trabajo realizado de campo se efectuó en el día de la siguiente manera: se efectuó la toma de datos de campo durante el día, la transmisión de la información de campo a una computadora, la verificación en la computadora de la información tomada en campo, el procesamiento de la información para obtener planos topográficos a escala conveniente.

Para el levantamiento topográfico se inició con dos puntos que fueron tomados con GPS garmin, y posteriormente introducidos a la estación total, que sirvieron como BMs ubicados en puntos como captación y cerca al reservorio ubicados de tal manera que sean puntos fijos

A partir de los BMs se realizó el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, se tomó detalles como niveles de terreno, borde de carretera existente y casa prospecciones realizadas para el estudio de suelos, etc.

Para el levantamiento topográfico se empleó 01 Estación Total Topcon con precisión de 1 seg. en ángulo y de 1 mm en distancia, 01 GPS navegador, y prismas.

Una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete primeramente transmitir los datos de la estación total mediante un software llamado Topcon link versión 1.15 a un documento de texto para poder procesar la información topográfica en el software AutoCAD civil 3d

ANÁLISIS DOCUMENTAL DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

4.0 DATOS RELEVANTES DEL ESTUDIO

CLIMA: El Distrito de lagunas se caracteriza por poseer un clima frío y lluvioso.	VIAS DE ACCESO: Desde la Ciudad de PIURA se puede llegar al lugar del proyecto por la siguiente VIA PIURA -TAMBO GRANDE, TAMBO GRANDE - LAS LOMAS, LAS LOMAS-CRUCES SAJINOS, CRUCES SAJINOS-PAIMAS, PAIMAS-LAGUNAS SUYO - SANTA ANA en un tiempo aproximado de 235 minutos	ALTITUD: 2115.19 m.s.n.m.
--	---	--

FINALIDAD PÚBLICA: mejorar las condiciones de transpirabilidad vehicular en la ciudad de Lagunas, la misma que se vio afectada considerablemente a consecuencia de la ocurrencia del fenómeno del Niño Costero del año 2017. Es importante realizar un proyecto que permitirá la interconexión directa entre Lagunas y el Caserío Yervas Buenas, facilitando el acceso a la Comunidad Campesina de Yervas Buenas. A la fecha, la vía indicada, se encuentra en servicio de Trocha Carrozable, la actual superficie de rodadura sufre afectación superficial en los periodos de lluvia. Geográficamente la vía une los caseríos Lagunas y Yervas Buenas, que une las ciudades de Paimas, Ayabaca y Piura.

5.0 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

El área donde se desarrolló el estudio existía zonas planas y onduladas en las cuales tuvimos que poner mayor cantidad de datos para poder demostrar con mayor exactitud las curvas en el software utilizado.

En el momento de la ejecución se recomienda utilizar equipos de mayor exactitud para poder realizar la obra de acuerdo al expediente técnico

Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.

Se recomienda hacerle mantenimiento del camino vecinal, de donde se ubicarán las estructuras como las alcantarillas, badenes, muros de contención.

Los puntos de referencia se encuentran ubicados en puntos inamovibles las cuales nos han facilitado realizar el levantamiento topográfico.

En el momento de la ejecución se recomienda ubicar los puntos de referencia y BMs en lugares que no se puedan mover.

ANEXO 5
PLANO TOPOGRÁFICO

ANEXO 6
PLANOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

ANEXO 7
PANEL FOTOGRAFICO



Vista inicio de la ruta PI-711: (EMP. PI-708)



Los taludes están erosionados y requieren ser Recuperados.



La capa de rodadura dañada



La capa de rodadura dañada