



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO GEOMETRICO 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**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. Edson Alonso Ruiz Pezo

ASESOR:

Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip

Tarapoto –Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO GEOMETRICO 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**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. Edson Alonso Ruiz Pezo

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 12 de Abril del 2018


.....
Ing. M.Sc. RUBÉN DEL ÁGUILA PANDURO
Presidente


.....
Ing. IVÁN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO
Secretario


.....
Ing. NESTOR RAÚL SANDOVAL SALAZAR
Miembro


.....
Ing. JUVENAL VICENTE DÍAZ AGIP
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Edson Alonso Ruiz Pezo**, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N°45033666, con el informe Monográfico titulado: **Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires – Sector Gobernador (0+000 km – 05+037.71 km)**, en el Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, Región de San Martín

Declaro bajo juramento que:

1. La monografía presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. El trabajo de Monografía no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 13 de Agosto 2018



.....


Edson Alonso Ruiz Pezo

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Edson Alonso Ruiz Pezo , identificada con DNI N° 45033666, domicilio legal en Jr. Simon Bolivar N° 144 – Morales , a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Titulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto , 13 de Agosto del 2018.



.....
Bach. Edson Alonso Ruiz Pezo
DNI: 45033666



.....
Huella Digital

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	2012 PEZO EDSON ALONSO		
Código de alumno :	073175	Teléfono:	951724809
Correo electrónico :	alonso.13.02.88@gmail.com	DNI:	45033666

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL BUENO AIRES- SECTOR GOBERNADOR (0+1000 Km- 5+071+21 Km); en el distrito de Moyobamba; Provincia de Moyobamba; San Martín.
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	()	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

05, 09, 2018



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado el milagro de la vida y permitirme realizar y cumplir mis metas, y ahora en esta nueva etapa profesional.

A mis padres; a quienes amo infinitamente; a ellos por su apoyo incondicional y fundamental en los momentos más importantes de mi vida, por sus sabios consejos y por todo ese amor que me pueden dar.

A mis hermanos, , a quienes amo mucho y son parte fundamental de mi vida.

De igual manera a todos mis familiares por sus buenos deseos y la motivación brindada.

A todos ellos dedico esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento sincero a todas aquellas personas que formaron parte de la investigación, y que sin su ayuda no hubiese sido posible la realización de esta tesis

Un especial agradecimiento al Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip por su apoyo incondicional como asesor y por todas las recomendaciones brindadas para la realización de esta investigación.

Y a todas esas personas que me han apoyado a lo largo de mi formación profesional.

A todos ellos de todo corazón: “Muchas Gracias”.

INDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCION	1
CAPITULO I REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	2
1.1 Generalidades	2
1.2 Exploración preliminar orientando la investigación.....	3
1.3 Ubicación del Proyecto.....	3
1.3.1 Aspectos generales de la zona de estudio.....	4
1.3.1.1 Altitud	4
1.3.1.2 Clima.....	5
1.3.1.3 Topografía y Sismología	5
1.3.1.3.1 Topografía.....	5
1.3.1.3.2 Sismología.....	5
1.3.1.4 Ubicación y Accesibilidad	5
1.3.1.4.1 Ubicación	5
1.3.1.4.2 Accesibilidad	6
1.3.2. Características socio económicas	6
CAPITULO II MARCO TEORICO	7
2.1 Antecedentes, planteamiento del problema, delimitación.....	7
2.1.1 Antecedentes del Problema	7
2.1.2 Planteamiento del Problema	8
2.1.3 Delimitación del Problema	8
2.1.3.1 Delimitación Espacial	8
2.1.3.2 Delimitación Temporal	8

2.1.4 Formulación del Problema	9
2.2 Objetivos	9
2.2.1 Objetivos General	9
2.2.1 Objetivos Específicos	9
2.3 Justificación del Proyecto	9
2.4 Delimitación de la Investigación	9
2.5 Marco Teórico y Conceptual	10
2.5.1 Antecedentes de la Investigación.....	10
2.5.2 Marco Teórico o Fundamentación Teórica de la Investigación	10
2.5.2.1 Clasificación de las Carreteras	10
2.5.2.1.1 Clasificación de las Carreteras	10
2.5.2.1.1.1 Sistema Nacional	10
2.5.2.1.1.2 Sistema Departamental	11
2.5.2.1.1.3 Sistema Vecinal	11
2.5.2.2 Metodología Para el Estudio de la Demanda De Transito	11
2.5.2.2.1 El Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA).	11
2.5.2.3 Velocidad De Diseño y su Relación con el Costo de la Carretera.....	12
2.5.2.3.1 Definición de la velocidad de diseño.....	12
2.5.2.3.2 Velocidad de circulación.....	13
2.5.2.4 Sección Transversal de Diseño	13
2.5.2.5 Tipos de superficie de Rodadura	13
2.5.2.6 Elementos del Diseño Geométricos.....	14
2.5.2.6.1 Distancia de Visibilidad.....	15
2.5.2.6.2 Visibilidad de Parada.....	16
2.5.2.6.3 Visibilidad de Adelantamiento.....	17
2.5.2.7 Alineamiento Horizontal.....	18
2.5.2.7.1 Curvas Horizontales.....	18
2.5.2.7.2 Curvas de Transición	18

2.5.2.7.3 Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales.....	19
2.5.2.7.4 El Peralte de la Carretera.....	20
2.5.2.7.5 Sobre Ancho de la Calzada en Curvas Circulares.....	22
2.5.2.8 Alineamiento Vertical.....	23
2.5.2.8.1 Consideraciones para el Alineamiento Vertical.....	23
2.5.2.8.2 Curvas Verticales.....	24
2.5.2.8.3 Pendiente.....	25
2.5.2.9 Coordinación ente el Diseño Horizontal y del Diseño Vertical.....	26
2.5.2.10 Sección Transversal.....	27
2.5.2.10.1 Calzada.....	27
2.5.2.10.2 Bermas.....	28
2.5.2.10.3 Ancho de la Plataforma.....	29
2.5.2.10.4 Plazoletas.....	29
2.5.2.11 Eje de la Carretera.....	30
2.5.2.11.1 Curvas Horizontales.....	30
2.5.2.11.2 Sobre Ancho.....	31
2.5.2.11.3 Diseño Vertical.....	32
2.5.2.12 Topografía.....	33
2.5.2.12.1 Topografía y Trazado.....	33
2.5.2.12.2 Coordinación entre el trazo en planta y el trazo en elevación....	34
2.5.3 Marco Conceptual: Terminología Básica.....	35
2.5.4 Marco Histórico	38
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS	39
3.1 Materiales.....	39
3.1.1 Recursos Humanos.....	39
3.1.2 Recursos Materiales y servicios.....	39
3.1.3 Recursos de Equipos.....	39
3.2 Metodología de la investigación.....	39

3.2.1 Universo y/o muestra.....	40
3.2.2 Sistema de variables.....	40
3.2.3 Tipos y nivel de la investigación.....	40
3.2.3.1 Diseño del método de la investigación.....	40
3.2.4 Diseño de instrumentos.....	41
3.2.4.1 Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos.....	41
3.2.5 Procesamiento de la información.....	41
3.2.6 Diseño Geometrico.....	41
3.2.7 Introducción a la geometría de la vía.....	42
3.2.8 Estudio de tráfico.....	43
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUCIONES	44
4.1 Resultados.....	44
4.1.1 Estudio de Tráfico.....	44
4.1.2 Estudio de Diseño Geométrico.....	45
4.1.3 Estudio de Gabinete.....	49
4.1.3.1 Diseño de las Curvas Horizontales.....	49
4.1.3.1.1 Calculo de los Elementos de las Curvas Horizontales.....	49
4.1.4 Estudio de Señalización.....	56
4.2. Discusiones.....	57
4.2.1 Estudio de Tráfico.....	57
4.2.1 Estudio de Diseño Geométrico.....	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62
ANEXOS.....	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Distancia de visibilidad de Parada.....	16
Tabla 2:	Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	17
Tabla 3:	Necesidad de curvas de transición.....	18
Tabla 4:	Longitud deseable de la curva transición.....	19
Tabla 5:	Fricción transversal máxima en curvas.....	20
Tabla 6:	Radios mínimos y peraltes máximos.....	21
Tabla 7:	Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m)....	22
Tabla 8:	Ancho de la calzada en curvas circulares.....	23
Tabla 9:	Índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.....	24
Tabla 10:	Índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava	25
Tabla 11:	Pendientes máxima.....	26
Tabla 12:	Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (m).....	28
Tabla 13:	Dimensiones mínimas y separación de plataforma.....	29
Tabla 14:	Proyección de Tráfico Generado.....	45
Tabla 15:	Poblados, accesos y desvíos.....	46
Tabla 16:	Coordenadas de los PI de la poligonal	47
Tabla 17:	Descripción de los BM.....	49
Tabla 11:	Señales de Transito Proyectada.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Ubicación del proyecto.....	4
Figura 2:	Croquis del camino.....	6
Figura 3:	Elementos de una curva.....	31
Figura 4:	Curva cóncava simétrica.....	33
Figura 5:	Curva cónvexa simétrica.....	33
Figura 6:	Superficie de rodadura.....	38

INDICE DE PLANOS

Plano de ubicación.....	PU – 01
Plano clave.....	PC – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 0+000 – 1+000 km.....	PP – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 1+000 – 2+000 km.....	PP – 02
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 2+000 – 3+000 km.....	PP – 03
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 3+000 – 4+000 km.....	PP – 04
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 4+000 – 5+000 km.....	PP – 05
Plano de secciones transversales Prog. 0+000 – 1+600 km.....	ST – 01
Plano de secciones transversales Prog. 1+620 – 3+200 km.....	ST – 02
Plano de secciones transversales Prog. 3+220 – 4+820 km.....	ST – 03
Plano de secciones transversales Prog. 4+840 – 6+220 km.....	ST – 04

RESUMEN

El presente proyecto de tesis denominado **“Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires – Sector Gobernador (0+000 km – 05+037.71 km) en el Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba , Región San Martín”**, se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

El proyecto de tesis está enfocado para dar a conocer una solución rápida, económica y óptima para el mejoramiento vial, ya que en muchas vías, el descuido en el drenaje o la ausencia de ésta, hace que las mismas se deterioren y presenten agrietamientos, fisuras, etc. Causando malestar para los usuarios, falta de comunicación entre pueblos y ciudades, o en el peor de los casos el cambio total de la carpeta de rodadura.

Surgió ante la necesidad de la población que incluyen los productores del sector Gobernador, de solucionar los problemas causados por el mal estado de la vía de acceso y que generan altos costos de flete para el transporte de los productos cultivados en la zona hacia los mercados de consumo, por lo que el presente proyecto de investigación busca solucionar estos problemas, empezando con el diagnóstico de la realidad en cuanto al estado de la vía y la importancia de la misma. Para el diseño geométrico de la vía se realizaron estudios preliminares en campo como , estudio de tráfico, posteriormente en gabinete se realizaron cálculos de diseño siguiendo los parámetros de las normas de diseño geométrico para carreteras no pavimentadas y de bajo volumen de tránsito, determinando los elementos de diseño y posteriormente el espesor del afirmado necesario para garantizar la fácil y óptima transitabilidad de vehículos livianos y pesados, y así facilitar a los productores transportar sus productos en buen estado y con bajo costo de flete hacia los mercados de consumo.

Se desarrolló el diseño geométrico de la vía proponiendo, elementos de señalización vial, de esta manera contribuir al desarrollo socioeconómico de los productores del sector Buenos Aires - Gobernador, así mismo poner en práctica los conocimientos de la carrera de Ingeniería Civil, obtenidos en las aulas de la facultad.

Palabras claves: **Diseño Geométrico, Estado, Vía, transitabilidad.**

ABSTRACT

The present thesis project called "**Geometric Design of the Buenos Aires Neighborhood Road - Governing Sector (0 + 000 km - 05 + 037.71 km) in the Moyobamba District, Moyobamba Province, San Martín Region**", was held at the School of Engineering Civil of the National University of San Martín - Tarapoto.

The thesis project is focused to make known a quick, economic and optimal solution for road improvement, since in many ways, the neglect in the drainage or the absence of it, causes them to deteriorate and present cracks, fissures, etc. Causing discomfort for users, lack of communication between towns and cities, or in the worst case the total change of the rolling folder.

It arose from the need of the population that includes the producers of the Governor sector, to solve the problems caused by the bad state of the access road and that generate high freight costs for the transport of the products grown in the area to the markets of consumption, so that the present research project seeks to solve these problems, starting with the diagnosis of reality in terms of the state of the road and the importance of it. For the geometric design of the road, preliminary studies were carried out in the field, such as traffic study, later in the design calculations were made following the parameters of geometric design standards for unpaved roads and low volume of traffic, determining the elements of design and later the thickness of the necessary affirmed to guarantee the easy and optimal passability of light and heavy vehicles, and thus to facilitate to the producers to transport their products in good state and with low cost of freight towards the markets of consumption.

The geometric design of the road was developed by proposing elements of road signs, thus contributing to the socioeconomic development of the producers of the Buenos Aires - Governor sector, as well as putting into practice the knowledge of the Civil Engineering career, obtained in the classrooms faculty.

Keywords: **Geometric Design, State, Track, transitability.**



INTRODUCCION

Actualmente, la política económica en nuestro país está orientada a lograr de forma integral el desarrollo productivo, económico y social de las regiones, para lo cual el presente trabajo de Tesis se ha visto por necesidad dotar de una mayor eficiencia y calidad en los servicios de tal forma que se asegure y promuevan las inversiones privadas que muchos beneficios generan en todos los campos de la actividad económica y social, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde con la dinámica de desarrollo, liderar este proceso y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

Las vías de comunicación representan un factor determinante en el logro de este objetivo, en la presente Tesis denominada “**Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires – Sector Gobernador (0+000 km – 05+037.71 km) en el Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba , Región San Martín**”. El proyecto de Tesis en mención es considerado prioritario para alcanzar el desarrollo de la zonas sobre las cuales tiene influencia ésta importante vía; ya que permitirá mejorar el nivel de transitabilidad, facilitar el traslado de pobladores y de la producción de los centros poblados beneficiarios, a los mercados locales, distritales y regionales.

Actualmente el traslado de la producción destinada al mercado es cubierto precariamente mediante el traslado de productos por vía terrestre hasta la localidad de Moyobamba y otros; condición que genera significativas pérdidas de productos y demora en la llegada al mercado, lo que se traduce en precios e ingresos bajos y en muchos casos pérdida de los productos ofertados.

Ante esta necesidad, surge la importancia de contar con un estado eficiente de la vía y que contribuya al progreso y bienestar social y el crecimiento socioeconómico de la población, es por ello que elaboro el presente proyecto de tesis, denominado “ **Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires – Sector Gobernador (0+000 km – 05+037.71 km) en el Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba , Región San Martín**”

CAPITULO I

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1.1. Generalidades

La Red Vial Vecinal del Perú, tiene especial importancia como base para el progreso y bienestar económico y social de los distritos, constituyéndose en integrador y facilitador del intercambio social, cultural y económico de los pueblos, asimismo facilita enormemente la implementación de otros proyectos en Salud, Educación, y Producción

Actualmente, la política económica en nuestro país está orientada a lograr de forma integral el desarrollo productivo, económico y social de las regiones, para lo cual el Gobierno Regional de San Martín ha visto por necesidad dotar de una mayor eficiencia y calidad en los servicios de tal forma que se asegure y promuevan las inversiones privadas que muchos beneficios generan en todos los campos de la actividad económica y social, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde con la dinámica de desarrollo, liderar este proceso y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El crecimiento de la población hace que existan más necesidades de crecimiento de producción de alimentos básicos, por lo que los productores buscan aumentar áreas de cultivo, alejándose cada vez más de las vías principales como las vías nacionales y departamentales, por lo que se hacen necesarios la apertura y el buen estado de transitabilidad de nuevas vías de comunicación, para el transporte de los productos cultivados en la zona.

Las condiciones sociales y de producción en general y particularmente de la zona rural en estudio, se han visto sumamente afectadas por motivos del deterioro de los accesos viales a zona de producción agrícola con respecto a los mercados de consumo, este efecto va afectando también la calidad de vida de las familias de los productores de la zona, con el alza incontrolable de tarifas y fletes, pérdidas de la producción agropecuaria, reducción de ingreso y empleo rural, incremento de la pobreza, etc, las que son generadas por el deterioro.

Con el presente proyecto se pretende da una propuesta para el mejoramiento del estado de la vía y garantizar el buen servicio de transitabilidad a los productores en el distrito de Calzada.

Por lo que la investigación desarrollará un aporte y contribución a la sociedad, conscientes de la problemática vial en la provincia de Moyobamba.

Este aporte consiste básicamente en una propuesta de diseño geométrico partiendo de diferentes estudios preliminares y beneficiar a los sectores Buenos Aires y Gobernador de la provincia de Moyobamba, aportando también con las entidades responsables con la información técnica para ser ejecutada en un futuro y atender las necesidades de estos sectores de producción.

1.2. Exploración preliminar orientando la investigación

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de servicios, garantizando para ello la seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por tanto, el departamento de San Martín no está ajeno a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

Las vías vecinales apertura para la comunicación de dos puntos, requiere de un estado de transitabilidad adecuada y para ello es necesario hacer un trabajo adecuado y cumpliendo con las normas y este proceso se denomina Diseño geométrico y realiza a través de los estudios preliminares como estudio de tráfico.

Para realizar un correcto trabajo de diseño geométrico, se hace necesario principalmente los trabajos de campo y como información primaria se considera las encuestas y aforos a los productores del sector, para obtener la información como las áreas cultivadas, los tipos de productos cultivados y los costos de transporte de los mismos.

El mayor porcentaje de los caminos vecinales de la provincia de Moyobamba no cuentan con un estado de transitabilidad adecuado, generando a la población preocupación y descontento con las autoridades, ya que el transporte de los productos de cultivo hacia los mercados de consumo se hace más difícil.

1.3. Ubicación del Proyecto

El Proyecto de tesis está ubicada en las áreas geográficas pertenecientes al distrito de Moyobamba.

Región : San Martín

Departamento : San Martín

Distrito : Moyobamba

Sector : Buenos Aires – Sector Gobernador.



UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN EN EL PERU

UBICACIÓN DE LA PROVINCIA DE MOYOBAMBA EN EL DPTO. DE SAN MARTIN

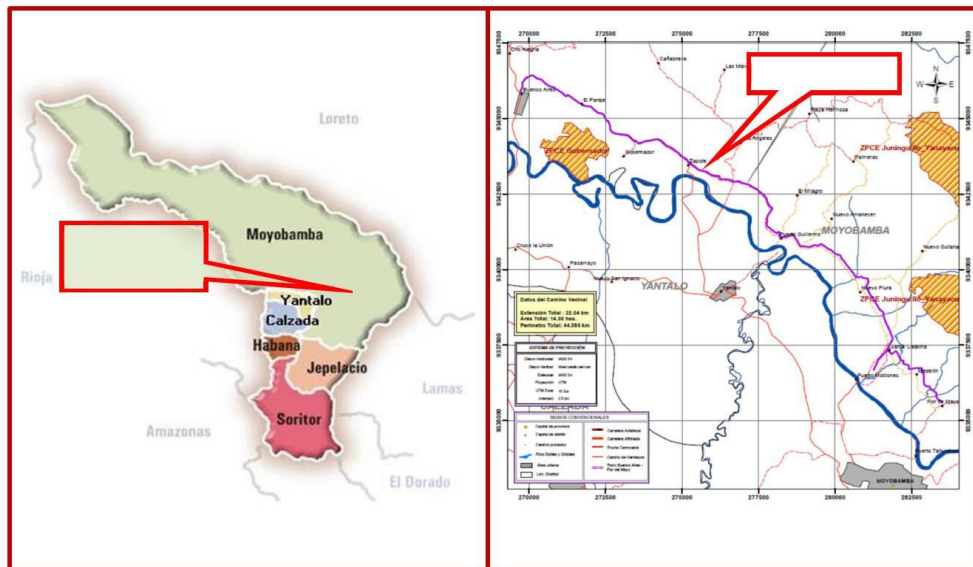


Figura 1: Ubicación del proyecto

1.3.1. Aspectos generales de la zona de estudio

1.3.1.1. Altitud

Se encuentra ubicado en las siguientes Coordenadas UTM del sistema WGS84

Tramo I:

Inicio del tramo (Buenos Aires) : 269,707.330 Este; 9'345,864.000 Norte.

Cota de partida : 815.100 m.s.n.m.

Final del tramo (Gobernador): 281,252.621 Este; 9°336,655.758 Norte.

Cota final : 808.900 m.s.n.m.

1.3.1.2. Clima

La zona del proyecto, posee un clima que va de ligero a moderadamente húmedo, semi-cálido, que abarca toda la extensión del valle del Alto Mayo, la temperatura en la zona oscila de 18 °C a 28 °C, la temperatura máxima promedio se mantiene relativamente uniforme durante el año, igualmente con la temperatura mínima promedio, aunque ésta, presenta una ligera tendencia a disminuir en los meses de Junio a Setiembre.

Los períodos más lluviosos se presentan en dos épocas del año, una comprendida desde Febrero hasta Abril y Mayo; y la segunda desde Setiembre a Octubre, y Noviembre. La época de baja precipitación por lo general se produce durante los meses de Julio a Agosto.

1.3.1.3. Topografía y sismología

1.3.1.3.1. Topografía

El área de estudio, tiene una topografía con pequeñas ondulaciones por las diferentes formaciones geológicas de la zona, gran parte del tramo es de topografía plana, ya que es una zona de terrenos agrícolas de cultivo de arroz.

1.3.1.3.2. Sismología

Según el Decreto Supremo N° 003 – 2016 - Vivienda, Decreto Supremo que modifica la norma técnica E.030 del RNE, la zona del proyecto se encuentra en la zonificación de peligro sísmico: **zona sísmica 3.**

1.3.1.4. Ubicación y Accesibilidad

1.3.1.4.1. Ubicación

El camino vecinal en estudio, forma parte de la red vial de la provincia de Moyobamba, específicamente del distrito de Moyobamba El Área de Estudio, está conformado por tramos.

1.3.1.4.2. Accesibilidad

Partiendo desde la ciudad de Moyobamba, Geográficamente el proyecto “Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires - Sector Gobernador Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba - San Martín”. Las distancias referenciales entre localidades, partiendo desde Moyobamba son:

Moyobamba – Gobernador : 5.00 km.

Inicio de Tramo : 4.96 km.

El camino vecinal en estudio, forma parte de la red vial de la provincia de Moyobamba, específicamente del distrito de Moyobamba y su inicio se localiza en a 5.00 Km.

1.3.2. Características socio económicas

La principal actividad económica de la zona de influencia del Proyecto es la producción agrícola, destinada a la comercialización y al autoconsumo, con limitaciones para su transporte hacia los mercados de consumo. Teniendo como un recurso fundamental para la producción agropecuaria al recurso suelo.

Dentro de los principales cultivos que tiene la zona podemos destacar al arroz, en segundo el café, en tercer el cacao, en cuarto el plátano y en menores cantidades maíz, yuca, papaya, menestras, y otros. También podemos mencionar que el cultivo con gran demanda es el de pastos, el cual es estacionario y utilizado sólo para ganado vacuno.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes, planteamiento del problema, delimitación, formulación del problema a resolver.

2.1.1. Antecedentes del Problema

Las Carreteras Vecinales de importancia regional necesitan de ser reforzadas. Existen caminos en la región que unen distintos centros poblados que se interconectan a la Carretera Marginal. Estas vías alimentan a las vías regionales y nacionales y deben ser mejoradas. Para orientar la posible inversión futura, se sintetizan estos caminos vecinales por Sub Espacios, Áreas de Tratamiento y provincias.

La función de estas vías es de singular importancia, pues estimulan el progreso de regiones aisladas y deprimidas económicamente, generalmente de buen potencial productivo que, por la carencia o deterioro de los caminos, permanecen inexplorados o con sistemas artesanales de explotación orientados básicamente a cubrir las necesidades de autoconsumo.

La vialidad rural es un elemento de vital importancia para las economías de los Gobiernos Locales toda vez que es un elemento de integración que contribuye al intercambio económico y por lo tanto a la mejora económica de la población, al ordenamiento territorial y en general al desarrollo económico.

Por ello, garantizar una adecuada transitabilidad de la red vial vecinal en las jurisdicciones de los Gobiernos Locales es un objetivo a alcanzar a fin de permitir la mejora de las economías. Ello implica la ejecución de las inversiones estrictamente necesarias, que solucionen verdaderos problemas de las vías, con las tecnologías y costos adecuados.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y carreteras condicionan la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercancías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico.

La importancia y servicios de las carreteras que demandan el país y la necesidad de adoptarlas a la creciente exigencia de cada uno de los pueblos al interior, motiva hacer estudios de construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras, cuya finalidad es obtener carreteras en buen estado de transitabilidad en cualquier época del año.

2.1.2. Planteamiento del Problema

Teniendo en cuenta el diagnóstico situacional del servicio, ha permitido identificar el problema principal es el bajo nivel de transitabilidad ya que las zonas productivas del Sector Buenos – Sector Gobernador se encuentran conectadas de un camino vecinal que se está deteriorando por la falta de un mantenimiento adecuado, reduciéndose el ancho de calzada, erosión de plataforma y a la vez dificulta el traslado por el acceso a la vía por el mal estado de la misma.

El proyecto a ejecutar busca realizar el diseño geométrico de la Carretera que une la Localidad de Buenos Aires - Sector Gobernador, del distrito de Moyobamba, la provincia de Moyobamba, Región de San Martín; que consiste en el diseño de las secciones rectas y tangentes de la vía, estén unidas por curvas, para el diseño geométrico de curvas horizontales debemos reducir las curvas horizontales al mínimo, se tratara de utilizar curvas abiertas usando las más pronunciadas para las condiciones, más críticas. En lo que concierne al diseño geométrico de curvas verticales se usan para proporcionar un cambio gradual entre las tangentes de la pendiente, de modo que los vehículos puedan transitar sin tropiezo a medida que recorren el tramo.

2.1.3. Delimitación del Problema

La presente investigación se ha delimitado en el sector que comprende la Localidad de Buenos Aires – Sector Gobernador (Km 00+000 al 05+071.31), del distrito de Moyobamba, la provincia de Moyobamba, Región de San Martín.

2.1.3.1. Delimitación Espacial

El presente estudio se verá si algunos métodos usados en otros lugares son aplicables en el Distrito de Moyobamba. Esperando que cumplan con las características para una buena calidad y durabilidad de la vía.

2.1.3.2. Delimitación Temporal

El presente proyecto se realizara durante el tiempo que implica la planificación, los trabajos en el campo y la posterior obtención de resultados en dicho sector los trabajos en Gabinete.

2.1.4. Formulación del Problema

Por lo mencionado anteriormente formulamos la siguiente interrogante:

¿En qué Medida el Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires – Sector Gobernador (00+000 km al 05+071.31 km) , del distrito de Moyobamba, la provincia de Moyobamba, Región de San Martín se mejorará la transitabilidad y la economía de las localidades adyacentes?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Realizar el Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires – Sector Gobernador, Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Región de San Martín . , que permitirá contar con el transporte rápido y seguro de los productos de la zona y la disminuir el costo actual de transporte.

2.2.2. Objetivos Específicos

Ejecutar los estudios de Topografía, para el diseño del tramo propuesto.

Calcular el Índice de tráfico y el tipo de tráfico en el tramo.

Calcular las Curvas Horizontales y Verticales en Gabinete.

2.3. Justificación del Proyecto.

Actualmente los pobladores de la zona del proyecto requieren de una carretera que les permita una transitabilidad fluida de sus productos y pobladores, que permitan la intercomunicación entre otros caseríos como también el acceder a mercados locales cercanos como Juanjuí en donde puedan vender su producción agrícola y pecuaria. Por lo tanto es de vital importancia este proyecto porque ayudará a dinamizar la actividad productiva del sector, llevando los productos a los grandes mercados de manera eficiente y oportuna.

2.4. Delimitación de la Investigación

La presente investigación se ha delimitado en el sector que comprende la Localidad de Buenos Aires – Gobernador (Km 00+000 al 05+071.32), del distrito de Moyobamba, la provincia de Moyobamba, Región de San Martín.

2.5. Marco Teórico y Conceptual

2.5.1. Antecedentes de la Investigación

Cárdenas Grisales, James, publica su libro denominado: “Diseño Geométrico de Carreteras”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da recomendaciones sobre el reconocimiento preliminar de la zona en estudio y detalla los cálculos de para el diseño geométrico de los elementos que conforman una carretera.

Morales Sosa, Hugo Andrea, publica su libro denominado: “Ingeniería Vial I”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles del trazado y la topografía en carretas.

Céspedes Abanto, José, publica su libro denominado: “Carreteras, Diseño Moderno”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles de los estudios definitivos en carretas.

Ibáñez Walter, publica su libro denominado: “Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues detalla en cuanto a especificadores técnicas, rendimientos, para presupuestos de obras viales.

Morales U, Walter, publica su libro denominado: “Infraestructura de riego”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues especifica los criterios de diseño de obras de arte tales como cunetas y obras de cruce (Alcantarillas).

Cantera Jave, Álvaro Fernando; Chávarry Ruiz, Luis Raúl; Cubas Pérez, Rolando Miguel, en su tesis: Estudio del Mejoramiento de la Carretera Jesús - Lacas, Tramo: Jesús – Hualqui (Cajamarca), nos da una idea acerca de la importancia del drenaje y de los criterios de pavimento en el diseño de carreteras.

2.5.2. Marco Teórico o Fundamentación Teórica de la Investigación

2.5.2.1. Clasificación de las Carreteras

2.5.2.1.1. Clasificación según su jurisdicción

2.5.2.1.1.1. Sistema Nacional:

Corresponde la red de carreteras de Interés Nacional y que unen los puntos principales de una nación.

Este sistema que forma la red vial del país está formado por:

Carreteras Longitudinales

Carreteras de penetración

Carreteras de penetración

2.5.2.1.1.2.Sistema Departamental

Compuesto por aquellas carreteras que constituyen la red vial circunscrita a la zona de un departamento, división política de la nación, uniendo Capitales de Provincia o zonas de Influencia Económica social dentro del mismo Departamento.

2.5.2.1.1.3.Sistema Vecinal

Conformado por aquellas carreteras de carácter local y que unen aldeas y pequeñas poblaciones entre sí.

2.5.2.2. Metodología Para el Estudio de la Demanda De Transito

2.5.2.2.1. El Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA)

En los estudios del tránsito se puede tratar de dos situaciones: el caso de los estudios para carreteras existentes, y el caso para carreteras nuevas, es decir que no existen actualmente.

En el primer caso, el tránsito existente podrá proyectarse mediante los sistemas convencionales que se indican a continuación. El segundo caso requiere de un estudio de desarrollo económico zonal o regional que lo justifique.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina por la demanda diaria que cubrirá, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC para las diversas zonas del país.

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

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

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base 0) en veh/día

n = Años del periodo de diseño

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico, normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos por implementarse con certeza a corto plazo en la zona de la carretera.

La proyección puede también dividirse en dos partes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa de crecimiento de la población. Y una proyección de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos datos sobre índices de crecimiento normalmente obran en poder de la región.

2.5.2.3. La Velocidad De Diseño y su Relación con el Costo de la Carretera

La velocidad de diseño es muy importante para establecer las características del trazado en planta, elevación y sección transversal de la carretera.

Definida la velocidad del diseño para la circulación del tránsito automotor, se procederá al diseño del eje de la carretera, siguiendo el trazado en planta compuesto por tramos rectos (en tangente) y por tramos de curvas circulares y espirales. Y similarmente del trazado vertical, con tramos en pendiente rectas y con pendientes curvilíneas, normalmente parabólicas.

La velocidad de diseño está igualmente relacionada con el ancho de los carriles de circulación y, por ende, con la sección transversal por adoptarse.

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

2.5.2.3.1. Definición de la velocidad de diseño

La selección de la velocidad de diseño será una consecuencia de un análisis técnico-económico de alternativas de trazado que deberán tener en cuenta la orografía del territorio. En territorios planos, el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción,

pero en territorios muy accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Ello solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos.

2.5.2.3.2. Velocidad de circulación

La velocidad de circulación corresponderá a la norma que se dicte para señalar la carretera y limitar la velocidad máxima a la que debe circular el usuario, que se indicará mediante la señalización correspondiente.

2.5.2.4. Sección Transversal de Diseño

Es a la selección de las dimensiones que debe tener la sección transversal de la carretera, en las secciones rectas (tangente) y en los diversos tramos.

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

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

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

La sección transversal resultante será más amplia en territorios planos en concordancia con la mayor velocidad del diseño. En territorios ondulados y accidentados, tendrá que restringirse lo máximo posible para evitar los altos costos de construcción, particularmente más altos en los trazados a lo largo de cañones flanqueados por farallones de roca o de taludes inestables.

2.5.2.5. Tipos de superficie de Rodadura

En el Manual de Diseño para Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, se ha considerado que básicamente se utilizarán los siguientes materiales y tipos de superficie de rodadura:

Carreteras de tierra y carreteras de grava.

Carreteras afirmadas con material granular y/o estabilizados.

Los criterios más importantes a fin de seleccionar la superficie de rodadura para una carretera afirmada, establecen que a mayor tránsito pesado, medido en ejes equivalentes destructivos, se justificará utilizar afirmados de mayor rendimiento y que el alto costo de la construcción debe impulsar el uso de materiales locales para abaratar la obra, lo que en muchos casos podrá justificar el uso de afirmados estabilizados. También es importante establecer que la presión de las llantas de los vehículos, deben mantenerse bajo las 80 psi libras por pulg² de presión para evitar daños graves a la estructura de los afirmados.

2.5.2.6. Elementos del Diseño Geométricos

Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

- a) La velocidad de diseño seleccionada.
- b) La distancia de visibilidad necesaria.
- c) La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de puentes, de obras de arte y de los taludes.
- d) La preservación del medio ambiente.

En la aplicación de los requerimientos geométricos que imponen los elementos mencionados, se tiene como resultante el diseño final de un proyecto de carretera estable y protegida contra las inclemencias del clima y del tránsito.

Para este efecto, este manual incluye la manera en que debe resolverse los aspectos de diseño de la plataforma de la carretera; estabilidad de la carretera y de los taludes inestables; preservación del ambiente; seguridad vial; y diseño propiamente, incluyendo los estudios básicos necesarios, tales como topografía, geología, suelos, canteras e hidrología, que permiten dar sustento al proyecto.

Para el buen diseño de una carretera de bajo volumen de tránsito se consideran claves las siguientes prácticas:

Limitar al mínimo indispensable el ancho de la carretera para restringir el área alterada.

Evitar la alteración de los patrones naturales de drenaje.

Proporcionar drenaje superficial adecuado.

Evitar terrenos escarpados con taludes de más de 60%.

Evitar problemas tales como zonas inundadas o inestables.

Mantener una distancia de separación adecuada con los riachuelos y optimizar el número de cruces de cursos de agua.

Minimizar el número de contactos entre la carretera y las corrientes de agua.

Diseñar los cruces de quebradas y ríos con la suficiente capacidad y protección de las márgenes contra la erosión, permitiendo, de ser el caso, el paso de peces en todas las etapas de su vida.

Evitar la constricción del ancho activo de los riachuelos, ríos y cursos de agua (ancho con el caudal máximo).

Conseguir una superficie de rodadura de la carretera estable y con materiales físicamente sanos.

Instalar obras de subdrenaje donde se necesite, identificando los lugares activos durante la estación de lluvias.

Reducir la erosión colocando cubiertas vegetales o físicas sobre el terreno en cortes, terraplenes, salidas de drenajes y cualquier zona expuesta a corrientes de agua.

Usar ángulos de talud estables en cortes y rellenos.

Usar medidas de estabilización de taludes, de estructuras y de obras de drenaje conforme se necesiten y sea económicamente seleccionada.

Aplicar técnicas especiales al cruzar terrenos agrícolas, zonas ribereñas, y cuando se tienen que controlar las quebradas.

Proporcionar un mantenimiento debidamente planeado y programado.

Cerrar o poner fuera de servicio a las carreteras cuando no se usen o cuando ya no se necesiten

2.5.2.6.1. Distancia de Visibilidad

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente

para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia.

2.5.2.6.2. Visibilidad de Parada

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera.

Tabla 1

Distancia de visibilidad de Parada

Velocidad directriz (Km./h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6%.

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada. En el cuadro N° 01 se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En carreteras de muy bajo volumen de tránsito, de un solo carril y tráfico en dos direcciones, la distancia de visibilidad deberá ser por lo menos dos veces la correspondencia a la visibilidad de parada

y para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

2.5.2.6.3. Visibilidad de Adelantamiento

Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la mínima distancia que debe ser visible para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento, se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es 1.10 m.

La visibilidad de adelantamiento debe asegurarse para la mayor longitud posible de la carretera cuando no existen impedimentos impuestos por el terreno y que se reflejan, por lo tanto, en el costo de construcción.

La distancia de visibilidad de adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad directriz tal como se muestra en el cuadro N° 02.

Tabla 2

Distancia de visibilidad de adelantamiento

Velocidad directriz (Km/h)	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)
30	200
40	270
50	345
60	410

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

2.5.2.7. Alineamiento Horizontal

2.5.2.7.1. Curvas Horizontales

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad directriz determinada. En la tabla 5 se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas

2.5.2.7.2. Curvas de Transición

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente.

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobre ancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición.

Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en el cuadro N° 03, se usarán curvas de transición. Cuando se usen curvas de transición, se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler.

Tabla 3

Necesidad de curvas de transición

Velocidad directriz (Km/h)	Radio m
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

Cuando se use curva de transición, la longitud de la curva de transición no será menor que L_{\min} ni mayor que L_{\max} , según las siguientes expresiones:

$$L_{\min} = \frac{0.0178 \times V^3}{R} \dots\dots\dots(2)$$

$$L_{\max} = (24R)^{0.5} \dots\dots\dots(3)$$

R = Radio de curvatura circular horizontal

L_{\min} = Longitud mínima de la curva de transición

L_{\max} = Longitud máxima de la curva de transición en metros

V = Velocidades directriz en Km/h

La longitud deseable de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4

Longitud deseable de la curva transición

Radio de curva circular (m)	Longitud deseable de la curva transición (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

2.5.2.7.3. Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales

La distancia de visibilidad en el interior de las curvas horizontales es un elemento del diseño del alineamiento horizontal.

Cuando hay obstrucciones a la visibilidad en el lado interno de una curva horizontal (tales como taludes de corte, paredes o barreras longitudinales), se requiere un ajuste en el diseño

de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

De modo general, en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad será, por lo menos, igual a la distancia de parada correspondiente y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva.

2.5.2.7.4. El Peralte de la Carretera

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

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.

El mínimo radio (R_{\min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{\max}) y el factor máximo de fricción (f_{\max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})} \dots\dots\dots(5)$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan.

Tabla 5

Fricción transversal máxima en curvas

Velocidad directriz (Km/h)	F _{máx}
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito

Estos valores de Radios mínimos y peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestran los valores de la fricción transversal máxima.

Tabla 6

Radios mínimos y peraltes máximos

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e(%)	Valor límite de fricción (f _{máx})	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4	0.18	14.3	15
30	4	0.17	33.7	35
40	4	0.17	60	60
50	4	0.16	98.4	100
60	4	0.15	149.1	150
20	6	0.18	13.1	15
30	6	0.17	30.8	30
40	6	0.17	54.7	55
50	6	0.16	89.4	90
60	6	0.15	134.9	135
20	8	0.18	12.1	10
30	8	0.17	28.3	30
40	8	0.17	50.4	50
50	8	0.16	82	80
60	8	0.15	123.2	125
20	10	0.18	11.2	10
30	10	0.17	26.2	25
40	10	0.17	46.6	45
50	10	0.16	75.7	75
60	10	0.15	113.3	115
20	12	0.18	10.5	10
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	104.9	105

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito

En carreteras cuyo IMDA de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual al 2.5%

La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con el peralte pleno, se desarrolla en una longitud de vía denominada transición. La longitud de transición del bombeo en aquella en la que gradualmente, se desvanece el bombeo adverso. Se denomina longitud de transición de peralte a aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte.

En el cuadro N° 07 se muestran las longitudes mínimas de transición de bombeo y de transición peralte en función de velocidad directriz y del valor del peralte.

Tabla 7

Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m)

Velocidad directriz (Km./h)	Valor del peralte						Transición de bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito

El giro del peralte se hará, en general, alrededor del eje de la calzada. En los casos especiales, como, por ejemplo, en terreno muy llano, puede realizarse el giro alrededor del borde interior cuando se desea resaltar la curva.

2.5.2.7.5. Sobre Ancho de la Calzada en Curvas Circulares

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes, en las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos. A continuación presentan los sobre anchos requeridos para calzadas de doble carril.

Tabla 8*Ancho de la calzada en curvas circulares (calzada de dos carriles de circulares (m))*

Velocidad directriz z km/h	Radio de curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	*	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.7	0.55	0.39	0.3	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.3	0.22	0.18
40					2.68	2.2	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.5	0.4	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.1	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.5	0.43	0.33	0.27

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito

Para velocidades de diseño menores a 50 Km/h no se requerirá sobre ancho cuando el radio de curvatura sea mayor a 500 m. Tampoco se requerirá sobre ancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 60 Km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800 m.

2.5.2.8. Alineamiento Vertical

2.5.2.8.1. Consideraciones para el Alineamiento Vertical

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

A efectos de definir el perfil longitudinal, se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continuán entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán los siguientes criterios, salvo casos Suficientemente justificados:

En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje central de la calzada.

Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.

2.5.2.8.2. Curvas Verticales

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras no pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas y la longitud de curva vertical será igual:

$$L = K \times A \dots\dots\dots(6)$$

K= Índice de curvatura

A= Diferencia algebraica de las pendientes

Los valores de los índices K se muestran en el cuadros siguientes

Tabla 9

Índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.

Velocidad directriz Km./h	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO		LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	
	Distancia de visibilidad de frenado m.	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento	Índice de curvatura K
	20	20	0.6	-.-
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195

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

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito

Tabla 10

Índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO M.	ÍNDICE DE CURVATURA K
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3

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

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito

2.5.2.8.3. Pendiente

En los tramos en corte, se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en el cuadro N°10.

En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3 000 msnm, los valores máximos del cuadro N°10 para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

Las reglas que se dan al respecto se pueden reducir a dos enunciados que son los siguientes:

1ra. Cuando los radios de curva son inferiores a 150 m, se suele disminuir la pendiente de la curva en 0.5% por cada 15 m. que el radio baje de 150 m.

2da. Para radios menores de 100 m, la pendiente en la curva no debe exceder del 5%.

Además la fórmula que regula la disminución de la pendiente en curvas es la siguiente:

$$C = \frac{38i}{R} \dots\dots\dots(7)$$

C = Reducción de la pendiente (en tanto por ciento)

i = Pendiente (en tanto por ciento)

R = Radio de la curva (en metros)

Tabla 11

Pendientes máximas

VELOCIDAD DE DISEÑO	OROGRAFÍA TIPO			
	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos, cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. Se determinará la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos del costo de construcción.

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en el cuadro N° 3.3.3a son aplicables.

En curvas con radios menores a 50 debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente.

2.5.2.9. Coordinación ente el Diseño Horizontal y del Diseño Vertical

El diseño de los alineamientos horizontal y vertical no debe realizarse independientemente. Para obtener seguridad, velocidad uniforme, apariencia agradable y eficiente servicio al tráfico, es necesario coordinar estos alineamientos.

La superposición (coincidencia de ubicación) de la curvatura vertical y horizontal generalmente da como resultado una carretera más segura y agradable. Cambios sucesivos en el perfil longitudinal no combinados con la curvatura horizontal, pueden conllevar una serie de depresiones no visibles al conductor del vehículo.

No es conveniente comenzar o terminar una curva horizontal cerca de la cresta de una curva vertical. Esta condición puede resultar insegura especialmente en la noche, si el conductor no reconoce el inicio o final de la curva horizontal. Se mejora la seguridad si la curva horizontal guía a la curva vertical. La curva horizontal debe ser más larga que la curva vertical en ambas direcciones.

Para efectos del drenaje, deben diseñarse las curvas horizontal y vertical de modo que éstas no sean cercanas a la inclinación transversal nula en la transición del peralte.

El diseño horizontal y vertical de una carretera deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que circulando a la velocidad de diseño, se produzcan pérdidas visuales de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Para conseguir una adecuada coordinación de los diseños, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Los puntos de tangencia de toda curva vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la zona de curvas de transición (Clotoide) en planta y lo más alejados del punto de radio infinito o punto de tangencia de la curva de transición con el tramo en recta.

En tramos donde sea previsible la aparición de hielo, la línea de máxima pendiente (longitudinal, transversal o la de la plataforma) será igual o menor que el diez por ciento.

2.5.2.10. Sección Transversal

2.5.2.10.1. Calzada

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

En el cuadro N° 11, se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Tabla 12

Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (m)

Tráfico IMDA	<15	16 á 50	51 á 100	101 á 200	201 á 400	401 á 600	601 á 800
Velocidad							
Km/h							
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito

En los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

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

2.5.2.10.2. Bermas

A cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior al cuatro por ciento (4%). En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al cuatro por ciento (4%).

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7%, la berma superior quedará inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

2.5.2.10.3. Ancho de la Plataforma

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

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

2.5.2.10.4. Plazoletas

Los ensanches de plataforma (plazoletas) están determinados en función de la clasificación del tipo de orografía cuya relación se encuentra definida en la Tabla 304.12 de la Norma de DG – 2014.

Tabla 13

Dimensiones mínimas y separación máximas de ensanches de plataforma

Orografía	Dimensiones Mínimas		Separación máxima a cada lado (m)		
	Ancho (m)	Largo (m)	Carretera de Primera Clase	Carretera de Segunda Clase	Carretera de Tercera Clase
Plano	3	30	1,000	1,500	2,000
Ondulado	3	30	1,000	1,500	2,000
Accidentado	3	25	2,000	2,500	2,500
Escarpado	2.5	25	2,000	2,500	2,500

Fuente: Manual de Carreteras - Diseño Geométrico (DG-2014), Tabla 304.12

En carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo para que puedan cruzarse los vehículos opuestos o adelantarse aquellos del mismo sentido. La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma.

2.5.2.11. Eje de la Carretera

El eje de la carretera se detalla en la vista en planta del proyecto horizontal que se mostraran en planos.

Este eje está compuesto por alineamientos horizontales rectos, enlazados por alineamientos horizontales curvos. Este eje, se encuentra seccionado partiendo del punto inicial de carretera (Po) cada 20 metros o menos hasta llegar al punto final de carretera (PF).

Paralelos al eje se dibujan los bordes de la calzada y de los espaldones.

2.5.2.11.1. Curvas Horizontales

Según Crespo Villalaz en su libro, Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos “Vías de comunicación”, hace mención lo siguiente: La curva circular simple, es la que prevalece en el diseño de este proyecto. Sus elementos obedecen a la geometría y a la trigonometría de un arco de curva, sostenido por una cuerda que se proyecta entre un mismo radio.

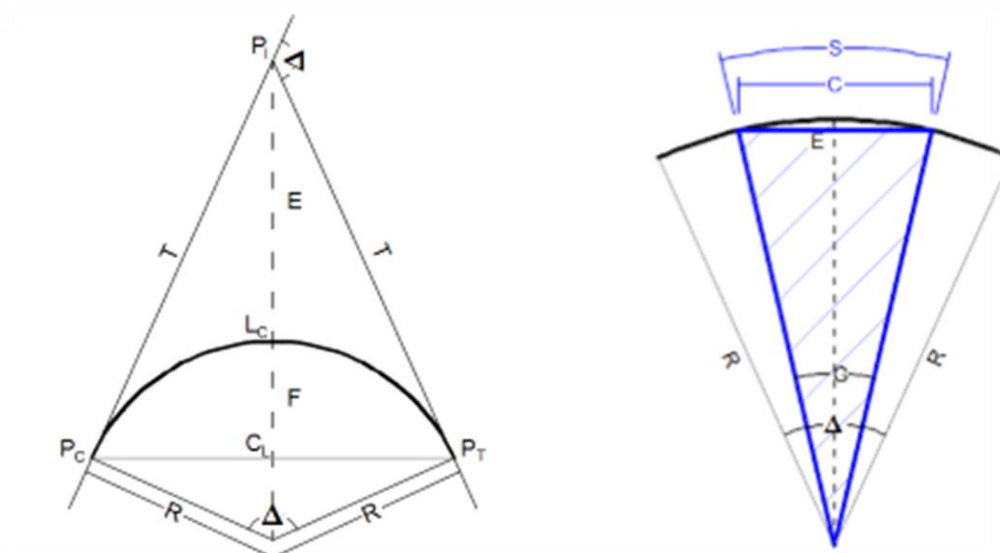


Figura 1: Grafico de curva horizontal (Fuente: Elaboración propia)

Tangente:

$$T = R \times Tg \left(\frac{\Delta}{2} \right) \dots\dots\dots(8)$$

Grado de Curvatura:

$$G_C = \left(\frac{c \times 360^\circ}{2 \times \pi \times R} \right) \dots\dots\dots(9)$$

Longitud de Curva:

$$L_C = \frac{C \times \Delta}{G_C} \dots\dots\dots(10)$$

Externa:

$$E = T \times Tg \left(\frac{\Delta}{4} \right) \dots\dots\dots(11)$$

Cuerda Larga:

$$C_L = 2R \times Sen \left(\frac{\Delta}{2} \right) \dots\dots\dots(12)$$

Flecha:

$$F = R \left(1 - Cos \left(\frac{\Delta}{2} \right) \right) \dots\dots\dots(13)$$

Principio de Curva:

$$PC = PI - T \dots\dots\dots(14)$$

Punto de Tangencia:

$$PT = PI + T \dots\dots\dots(15)$$

2.5.2.11.2. Sobre Ancho

Según Harold Alberto Ramírez García, en su informe de ingeniería nos indica que: En las carreteras, los vehículos que transitan en ella e ingresan a una curva se exponen a la invasión de carriles por parte de los vehículos que viajan en dirección opuesta, usualmente los pesados, por motivo de sus mayores dimensiones.

Es por esto que en tramos complicados se realiza un ensanchamiento de la calzada en el borde interno para ofrecer mayor seguridad y facilidad a los conductores para superar la curva.

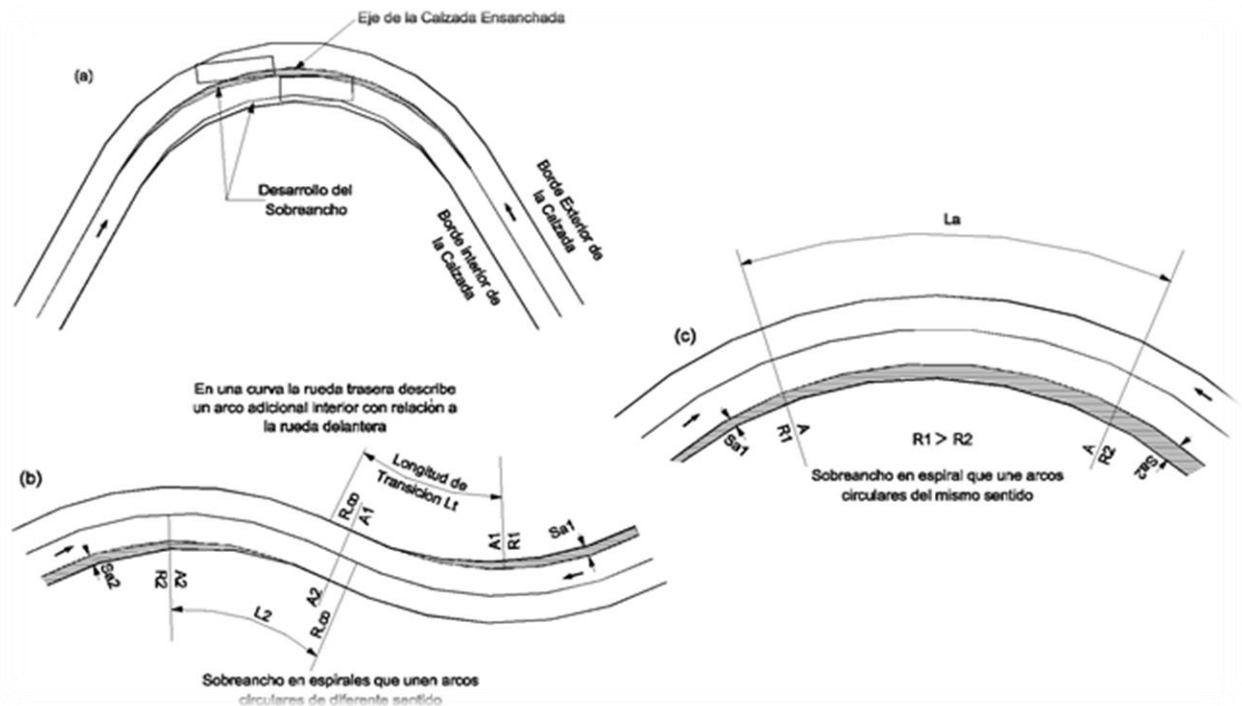


Figura 2: Sobreesbanco en curvas (Fuente: Informe de ingeniería (Harold Alberto Ramírez García))

2.5.2.11.3. Diseño Vertical

Según, Juan Nicolás Moreno Bayona, “Manual para Diseño de Carreteras”, nos indica que: se debe especificar información relacionada a la altimetría, como el perfil longitudinal, curvas verticales, el peralte, etc. También sus parámetros más importantes tales como gradientes longitudinales, gradientes transversales, bombeos, cotas, etc.

2.5.2.11.4. Perfil Longitudinal

Según Crespo Villalaz, en su libro, Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos “Vías de comunicación”, hace mención lo siguiente: Es la proyección del eje real de la vía sobre una superficie vertical paralela a la misma. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrara la longitud real del eje de la vía. A este eje también se lo denomina sub-rasante.

Aquí se detallan los alineamientos verticales, su gradiente longitudinal así como las curvas verticales con sus parámetros más importantes y cotas respectivas. Se denota la línea roja que representa el perfil del terreno natural sobre el que se construirá el proyecto que a su vez será denotado con la línea negra.

2.5.2.12. Topografía

2.5.2.12.1. Topografía y Trazado

El plano topográfico es la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, y de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre. El relevamiento topográfico muestra las distancias horizontales y las diferentes cotas o elevaciones de los elementos representados en el plano mediante curvas de nivel a escalas convenientes para la interpretación del plano por el ingeniero y para la adecuada representación de la carretera y de las diversas estructuras que lo componen.

En los reconocimientos, se recomienda usar de preferencia planos a escala en el rango entre 1:2000 y 1:10000 con curvas de nivel, a intervalos de altura de 5 m. En terrenos muy empinados, no es posible el dibujo de curvas a este intervalo y será necesario elegir un intervalo mayor en que la distancia horizontal en el dibujo, entre dos curvas de nivel sea mayor a 1mm.

En los diseños definitivos, se recomienda utilizar planos en planta horizontales normalmente en el rango de 1:500 y 1:1000 para áreas urbanas; y de 1:1000 y 1:2000 para áreas rurales. Y curvas a nivel a intervalos de 0.5 m. a 1.0 m. de altura en áreas rurales y a intervalos de 0.5 m. en áreas urbanas.

Los planos topográficos para proyectos definitivos de gran magnitud deben estar referidos a los controles terrestres de la cartografía oficial, tanto en ubicación geográfica como en elevación, para lo cual deberá señalarse en el plano el hito Datum o BM tomado como referencia.

El trazado se referirá a las coordenadas señaladas en el plano, mostrando en las tangentes, el azimut geográfico y las coordenadas referenciales de PIs, PCs y PTs, etc.

El levantamiento topográfico puede hacerse usualmente en dos formas alternativas. La más común resulta ser el levantamiento ejecutado en una estrecha franja del territorio, a lo largo de la localización proyectada para la carretera y su derecho de vía. La alternativa es hacer levantamientos topográficos sobre un área más amplia que permitirá el estudio en gabinete de variantes en el trazo para optimizar el diseño y minimizar los costos.

En el caso del levantamiento restringido a prácticamente el derecho de vía de la carretera, el trabajo se realizara simultáneamente con el estacado preliminar en el terreno y seguramente definitivo. Este trazado constituye lo que se denomina el trazado directo.

2.5.2.12.2. Coordinación entre el trazo en planta y el trazo en elevación

El trazo geométrico de una carretera resulta de la combinación armoniosa de las características de su planta y de su perfil. Si se analiza independientemente cada una de ellas, es posible que se cumpla con los requisitos obligados por las normas; pero si se combinan, por ejemplo, los análisis de visibilidad, es posible que se tenga que hacer algunas modificaciones para que ésta se cumpla en la planta y en el perfil conjuntamente.

Para obtener esta combinación armoniosa y eficaz de acuerdo a las normas establecidas, y con el objeto de tener soluciones que se adecuen al terreno y a consideraciones de menos costo y mayor seguridad, se debe observar las siguientes reglas:

Las características geométricas serán uniformes evitándose variaciones bruscas, tanto de radios como de pendientes, lo que favorece la fluidez del tránsito y evita cambios bruscos en la velocidad directriz.

Debe evitarse colocar curvas horizontales en los puntos altos o bajos del perfil longitudinal.

Se evitará hasta donde sea posible las tangentes largas con puntos altos y bajos (tobogán).

El trazado en conjunto armonizará con el paisaje o en todo caso deberá perturbar lo menos posible.

Evitar cruces de carreteras en curvas horizontales o verticales y, en todo caso, estudiar muy bien la visibilidad para las maniobras de salida y entrada de la carretera.

2.5.3. Marco Conceptual: Terminología Básica

Diseño Geométrico Estudio de una carretera tomando como base el tráfico que soporta; el alineamiento de su eje, un conjunto de características técnicas y de seguridad que debe reunir para el tránsito vehicular y peatonal formando parte de una gestión inteligente.

Camino Vecinal Es el elemento básico del sistema vecinal que constituye la red alimentadora de los sistemas departamental y/o nacional y esencialmente son aquellos que unen pequeños poblados o aldeas entre sí o las vinculan a carreteras más importantes por el cual el tráfico de diseño está clasificado como bajo- volumen y en consecuencia sus características.

Peralte es la sobreelevación que se da al borde exterior de la superficie de rodadura con relación al borde interior en los tramos en curva, para contrarrestar la fuerza centrífuga.

Berma Franjas situadas a ambos lados de una superficie de rodadura de tipo superior que contribuyen a resistir lateralmente las cargas que recibe aquella y que eventualmente pueden ser utilizados por los vehículos en emergencia para estacionarse temporalmente o para dar paso a otros vehículos.

Sobreancho Es el ancho adicional que se debe dar a la superficie de rodadura en los tramos de curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Carril Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Calzada Es la superficie terminada de camino cuyo ancho total incluye la superficie de rodadura, el sobre ancho y las bermas.

Rasante Línea que une las cotas de una carretera terminada.

Curva de transición Curva en planta que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular.

Curva Vertical Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

Derecho de Vía Faja de ancho variable dentro de la cual comprendida la carretera y todas sus obras accesorias.

Índice Medio Diario (IMD) Numero promedio de vehículos medido en un periodo de 24 horas, del total de vehículos que pasan por una sección determinada de vía.

Velocidad Directriz Es la escogida para el diseño en un determinado de la carretera, de acuerdo a las características topográficas del terreno sobre el cual se desarrolla esta y en concordancia con la necesidad de evitar un excesivo movimiento de tierras, preservándose las condiciones de seguridad.

Sección Transversal Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

Transito Todo tipo de Vehículos y sus respectivas cargas, considerados aisladamente o en conjunto, mientras utilizan cualquiera camino para transporte o para viaje.

Talud Inclinación o declive del terreno que se ubica a ambos lados del camino rural.

Visibilidad de Parada Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que impacte un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria desde el instante en que tal objeto es divisado por el conductor.

Visibilidad de Paso Distancia de visibilidad de paso, es la mínima longitud de camino que debe ser capaz de ver libremente el conductor de un vehículo, a fin de poder sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, sin poner en peligro la seguridad de un tercer vehículo que se aproxima en sentido opuesto y/o la de aquel que pretende adelantar.

Bombeo Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.

Bm Es un punto topográfico de elevación fija que sirve de control para la construcción de carreteras de acuerdo a los niveles de proyecto. Generalmente está constituido por un hito o monumento.

Camino Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados, peatonales y animales, con excepción de vías férreas.

Carretera Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Carretera no Pavimentada Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

Distancia de Adelantamiento Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto.

Distancia de Cruce Es la longitud de carretera que debe ser vista por el conductor de un vehículo que pretende atravesar dicha carretera (vía preferencial).

Distancia de Parada Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención.

Diseño Geométrico Es el estudio geométrico de una carretera tomando como base el tráfico que soporta; el alineamiento de su eje, un conjunto de características técnicas y de seguridad que debe reunir para el tránsito vehicular y peatonal formando parte de una gestión.

Eje Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.

Elemento Alineación, en planta o perfil, que se define por características geométricas constantes a lo largo de toda ella.

Se consideran los siguientes elementos:

En planta: Tangente (acimut constante), curva circular (radio constante), curva de transición (parámetro constante)

En perfil: Tangente (pendiente constante), curva parabólica (parámetro constante)

Escorrentía Agua de lluvia que discurre por la superficie del terreno.

Explanada Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original.

Hidrología Ciencia que trata de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de las aguas en general.

Gurdavias Sistema de contención de vehículos empleado en los márgenes y separadores de las carreteras.

Índice Medio Diario Anual (IMDA). El volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año.

Línea de Gradiente Es una línea quebrada que tiene una determinada pendiente y sirve para ubicar la posible poligonal que servirá de base para el estudio definitivo.

Pavimento Es la estructura construida sobre la subrasante, para los siguientes fines. Resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y Mejorar las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito.

Pendiente Inclinación de una rasante en el sentido de avance.

Peralte Inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva.

Plataforma Ancho total de la carretera a nivel de subrasante.

Sección Transversal Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

Terraplén. Parte de la explanación situada sobre el terreno original.

Señalización Vial Conjunto de elementos ubicados a lo largo de la carretera con el fin de brindar información gráfica para la orientación de seguridad de los usuarios.

Subrasante Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

Tramo Con carácter genérico, cualquier porción de una carretera, comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera. Con carácter específico, cada una de las partes en que se divide un itinerario, a efectos de redacción de proyectos.

Vía . Carretera, vía urbana o camino rural abierto a la circulación públicas de vehículos y o peatonales.

2.5.4. Marco Histórico

Desde comienzos del siglo XX y con grandes esfuerzos, se vienen construyendo carreteras y ferrocarriles, con el fin de eliminar el aislamiento entre nuestros pueblos y surjan al desarrollo económico y cultural actual, enfrentándose a la variada geografía del Perú la cual es la primera condición difícil que se presenta para el desarrollo del transporte.

En el gobierno de Augusto Bernardino Leguía, la base de la modernización de los sectores sociales tenía que pasar por una política vial agresiva. Teniendo esto en cuenta, una de las principales obras durante este gobierno fue la **ley de Conscripción Vial** la misma que fue aprobada el 6 de abril de 1920 entre los diputados, sin embargo no toda la opinión pública estuvo de acuerdo con esta y el 11 de mayo el gobierno aprobó la Ley de Conscripción Vial o del Servicio Obligatorio de Caminos y el 3 de setiembre se dio un reglamento provisorio para su funcionamiento, tanto en sus niveles de administración de los recursos materiales como humanos. En un principio, todo hombre entre 18 y 60 años tenían que trabajar gratuitamente por 6 a 12 días al año, en la construcción y apertura de carreteras y aquellos que no querían trabajar debían de abonar al Estado un impuesto y con ello se construyó un total de 17682 km.

La mayor parte de las vías peruanas son caminos afirmados construidos en base a tierra y ripio. Existen 3 tipos de caminos afirmados en el Perú: los que pertenecen a la red nacional, los caminos secundarios y vecinales y las trochas carrozables.

La vía nacional Paita – Tarapoto – Yurimaguas es una Importante vía que une a San Martín con los departamentos de Piura, Lambayeque, Cajamarca, Amazonas y Loreto. Hasta el 2016 el MTC ah pavimentado el 86,2% de la red vial nacional, que a julio del 2011 estaba pavimentada al 54,2%.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

3.1.1 Recursos Humanos

Tesistas

Asesor

Técnico de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Digitador

Ayudantes

3.1.2 Recursos Materiales y servicios

Ensayos de Laboratorio

Material bibliográfico

Material de escritorio

Movilidad y viáticos

3.1.3 Recursos de Equipos

01 Computadora

01 Calculadora científica

01 Teodolito Marca Wild T-01

01 Nivel de Ingeniero Marca Wild

01 Brújula

3.2 Metodología de la investigación

3.2.1 Universo y/o muestra

Universo: Carreteras de la Región San Martín

Muestra: Camino Buenos Aires – Gobernador

Población: Localidades de Buenos Aires – Sector Gobernador en el distrito de Moyobamba- Moyobamba-San Martín.

3.2.2 Sistema de variables

Para probar la Hipótesis planteada, será necesario obtener los siguientes datos:

Variable Independiente:

Situación socio - económica actual.

Infraestructura vial existente.

Aplicación de estudios de ingeniería.

Variables Dependientes:

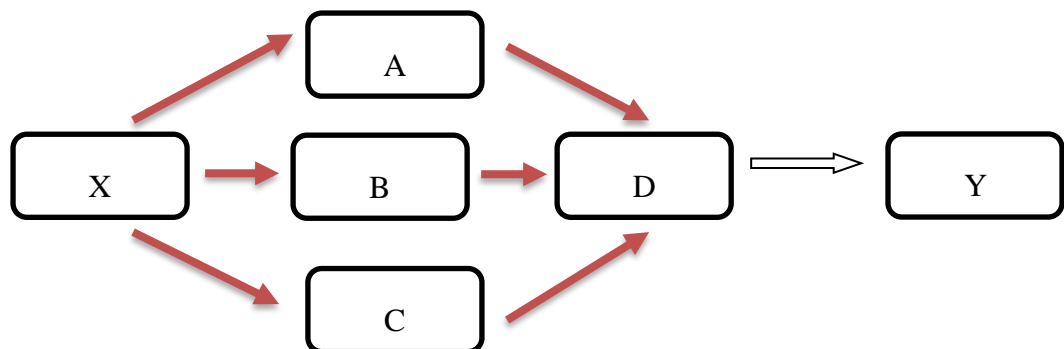
Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires – Sector Gobernador .

3.2.3 Tipos y nivel de la investigación

Tipo: Investigación aplicada

Nivel: Básico

3.2.3.1 Diseño del método de la investigación



X: *Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.*

A: Aplicación de estudio socio - económico para conocer la necesidad.

B: Estudios de Ingeniería para levantar información requerida.

C: Estudios especiales para complementar la información.

D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

Y: *Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.*

3.2.4 Diseño de instrumentos

El levantamiento topográfico del Camino Vecinal será utilizado en la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones del tramo en estudio.

3.2.4.1 Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos

Se utilizó Bibliografía Variada y adecuada para la Investigación, las cuáles se detallan en el marco teórico y en las referencias bibliográficas.

3.2.5. Procesamiento de la información

Los Procesamientos y presentación de Datos se hizo de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

3.2.6 Diseño geométrico

El **Diseño geométrico de carreteras** es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.¹ El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad² que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario.

Las carreteras se clasifican en función del número de calzadas, la dimensión del carril de la calzada o la dimensión del arcén. Cuanto mayor sean las dimensiones de la vía, más tráfico podrá soportar y más exigentes serán los parámetros de trazado, es decir, será necesario realizar radios mayores de curva, acuerdos verticales más extendidos o peraltes más inclinados. Al aumentar estos parámetros la carretera se ajustará menos al terreno, lo que encarece la carretera.

El dato más importante para el diseño es la **velocidad de proyecto**, que es a la máxima velocidad para circular con comodidad y seguridad.

3.2.7 Introducción a la geometría de la vía

La geometría de una carretera queda determinada en las 3 direcciones del espacio y queda fijada mediante 3 planos:

La **planta** donde se fijan las alineaciones horizontales

El **perfil longitudinal** donde se fijan las alineaciones verticales

El **perfil transversal** donde se fijan los peraltes, el bombeo y la inclinación transversal de la rasante.

Distancia de parada

Un conductor debe de ser capaz de ver una distancia por delante suficiente como para poder frenar en caso de encontrar un obstáculo.

Las alineaciones horizontales o alineaciones en planta (visto desde el punto de vista superior) son de tres tipos:

La alineación **recta**: Es una línea recta. Es la alineación más deseada, con buena visibilidad e ideal para carreteras que requieren amplios tramos de adelantamiento. A pesar de esto se ha demostrado que los conductores tienden a perder la concentración en tramos muy largos por lo que tienen que ser combinadas con otros tipos de alineaciones. La normativa española⁴ impone una limitación máxima para la longitud de las rectas que equivale a la longitud que recorre un vehículo a la velocidad máxima de la carretera durante 60 segundos, y una longitud mínima de recta de 10 segundos.

La alineación **curva** o **circular**: Las curvas de una carretera son circulares o sectores de circunferencia. Cuanto mayor sea el radio mayor será la velocidad que puedan alcanzar los vehículos al paso por curva.

La alineación de **transición**: la clotoide es la curva que va variando de radio según avanzamos de longitud. Las clotoides se intercalan entre las alineaciones rectas y las alineaciones curvas para permitir una transición gradual de curvatura. Todos los vehículos desarrollan una clotoide cuando van girando su eje director disminuyendo o aumentando la curvatura que describen. Las clotoides también permiten cambiar el peralte en su recorrido lo que posibilita que los vehículos no tengan que frenar antes de entrar en una curva.

3.2.8 Estudio de tráfico

El presente estudio de tráfico hace parte de los estudios que el los Tesistas realizaron al proyecto Diseño Geométrico del Camino Vecinal Buenos Aires – Sector Gobernador .”, su principal objetivo es el de determinar la demanda vehicular esperada para todas las vías a intervenir, teniendo como base el tránsito que circula por el tramo de estudio, es decir un tránsito generado.

El estudio de tráfico vehicular nos permite determinar el flujo de carga y pasajeros entre el lugar de origen y destino, conocer el volumen de vehículos que circulan en un tramo; a su vez nos permite proyectar el volumen de tráfico de la red, desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transportes, nos proporciona información básica para el planeamiento del sistema de transporte.

Debe destacarse el hecho de que la determinación del tráfico es de vital importancia para poder adelantar otras actividades como la de realizar el diseño adecuado de la estructura del afirmado, así como también del pavimento y la evaluación del proyecto, pues gran parte de los beneficios derivados del mismo son debidos a los ahorros en costos de operaciones.

El presente estudio de tráfico tiene por objetivo directo determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDa) que circulara por la vía en estudio materia del presente proyecto, el mismo que posteriormente permitirá el cálculo del número de Ejes de Carga Equivalentes (EAL) para el dimensionamiento del tipo del pavimento que se determine

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1 Resultados

4.1.1 Estudio de Tráfico

El estudio de tráfico vehicular nos permitirá cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera en la actualidad, así como estimar el origen – destino de los mismos, elemento indispensable para la evaluación económica de la carretera y la determinación de las características de diseño geométricas y pavimento de la carretera.

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte; mientras que el tránsito viene a ser el flujo de vehículos que circulan por la carretera, pero usualmente se denomina tráfico vehicular.

Se realizará la determinación del Índice Medio Diario (IMD), el cual será definido en base al conteo de vehículos que usualmente atraviesan la vía. Esto nos permitirá realizar el diseño de la carretera y definir su geometría, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Superior ($IMD > 4000$ veh/día)

Primera clase (4000 veh/día $> IMD > 2001$ veh/día)

Segunda clase (2000 veh/día $> IMD > 400$ veh/día)

Tercera clase ($IMD < 400$ veh/día).

Para efectuar las proyecciones del tráfico se tomará en cuenta diversos indicadores, tales como: las tasas de crecimiento del tráfico, las variables macroeconómicas como el PBI, la población y el PBI per cápita del departamento que contribuye en la generación y recepción del flujo de vehículos por la carretera en estudio. Los resultados obtenidos por tipo de vehículo serán multiplicados por las elasticidades correspondientes

Tipo de Vehículo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tráfico Normal	64.0	64.0	66.0	69.0	71.0	74.0	78.0	80.0	83.0	86.0	89.0
CMTA. PICK	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
AUTOMOVIL	20	20	21	21	22	23	24	25	26	27	28
CAMIONETA RURAL	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	13	13	13	14	14	15	16	16	17	17	18
Tráfico Generado	0	6	6	7	7	8	8	9	9	9	9
CMTA. PICK		2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
AUTOMOVIL		2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
CAMIONETA RURAL		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MICROBUS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
IMD TOTAL	64	70	72	76	78	82	86	89	92	95	98

Tabla 14*Proyección de Tráfico Generado*

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Estudio de Diseño Geométrico

La localización de una ruta entre dos puntos, uno inicial y otro terminal, establecidos como condición previa, implica encontrar una franja de terreno cuyas características topográficas y factibilidad de uso, permita asentar en ella una carretera de condiciones operativas previamente determinadas.

La localización empieza, con la determinación de un trazado tentativo mediante la señalización de una línea de banderas a través del terreno, cuando éste es de topografía plana u ondulada y de una línea de gradiente, cuando el terreno es accidentado o escarpado, en este caso, el trazo resulta controlado por las inclinaciones del terreno, Manual de Diseño (CBVT-2008).

El plano topográfico es la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre. El relevamiento topográfico muestra las distancias horizontales y las diferentes cotas de los elementos representados en el plano mediante curvas de nivel a escalas de adecuadas, para la interpretación del plano por el ingeniero proyectista y para la adecuada representación de la carretera y de las diversas estructuras que lo componen.

El objetivo del Estudio de Topografía ha sido elaborar la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre. Esta información es de vital importancia para el desarrollo del Diseño Geométrico.

de tránsito, por tanto, el alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad y peralte, variarán apreciablemente con la velocidad directriz. En ese sentido, considerando la Clase de Carretera y Orografía del Terreno, se determinó la Velocidad Directriz para el proyecto en 30 Km/h.

Tabla 15

Poblados, accesos y desvíos

DESCRIPCION	PROGRESIVA
TRAMO I: BUENOS AIRES – SANTA CATALINA – ACCESO PUENTE MOTILONES	
BUENOS AIRES	0+000.00
ACCESO A NUEVA ESPERANZA	2+248.00
PARAJE	2+730.00
PARAJE ALTO	3+250.00
LA COLINA	4+900.00
ACCESO EL PORVENIR	4+953.00
ACCESO A GOBERNADOR	5+051.00

Fuente: Elaboración Propia

El Trazo culmina en el Km 05+071.31, donde empalma con el acceso al Sector Gobernado , teniendo como coordenada final 281,252.621 Este, 9'336,655.758 Norte, cota final 808.900 m.s.n.m.

Tabla 16

Coordenadas de los PI de la poligonal

Nº	SENT.	DELTA	P.I.	NORTE	ESTE
0			0 + 000.000	9345864.000	269707.330
1	D	10°27'30"	0 + 072.250	9345932.231	269731.091
2	I	10°19'40"	0 + 131.130	9345983.450	269760.258
3	I	32°13'30"	0 + 247.680	9346093.484	269798.858
4	D	53°59'00"	0 + 338.250	9346182.516	269778.477
5	I	6°36'10"	0 + 365.500	9346204.497	269797.644
6	D	5°28'20"	0 + 506.100	9346320.413	269877.271
7	D	34°53'50"	0 + 553.080	9346356.440	269907.458
8	I	11°02'30"	0 + 609.770	9346371.454	269962.934
9	D	7°04'40"	0 + 678.200	9346401.683	270024.406
10	D	56°07'20"	0 + 777.320	9346434.140	270118.095
11	I	2°27'20"	0 + 879.650	9346371.231	270201.533
12	I	8°52'10"	0 + 945.800	9346333.706	270256.013
13	I	19°54'30"	0 + 998.850	9346310.682	270303.875
14	D	27°28'10"	1 + 075.010	9346302.986	270379.894
15	D	12°56'50"	1 + 127.720	9346273.775	270424.446
16	I	14°48'40"	1 + 302.800	9346147.345	270545.699
17	I	6°35'20"	1 + 437.800	9346076.960	270661.068

18	I	20°42'50"	1 + 517.400	9346043.564	270733.351
19	D	22°51'30"	1 + 578.650	9346039.184	270794.684
20	D	17°20'20"	1 + 615.680	9346022.260	270827.983
21	I	24°24'30"	1 + 693.070	9345968.098	270883.522
22	D	21°03'30"	1 + 757.060	9345946.212	270944.071
23	I	9°13'10"	1 + 824.200	9345902.005	270995.049
24	D	7°19'40"	1 + 891.400	9345866.645	271052.275
25	I	80°20'30"	2 + 101.500	9345734.290	271215.490
26	D	70°33'40"	2 + 166.860	9345782.152	271269.965
27	D	8°16'30"	2 + 237.000	9345745.627	271335.160
28	I	40°53'10"	2 + 638.620	9345500.925	271653.672
29	D	75°48'10"	2 + 707.950	9345505.054	271724.157
30	I	62°51'50"	2 + 776.550	9345434.069	271746.606
31	I	7°43'10"	2 + 989.900	9345398.016	271960.062
32	D	44°15'00"	3 + 049.350	9345396.078	272019.517
33	I	3°20'20"	3 + 143.100	9345327.624	272085.352
34	I	7°55'00"	3 + 221.850	9345274.136	272143.159
35	I	21°28'10"	3 + 354.950	9345198.031	272252.408
36	D	26°54'40"	3 + 513.950	9345161.142	272407.344
37	D	21°21'00"	3 + 552.400	9345135.986	272437.004
38	D	4°33'20"	3 + 627.300	9345069.759	272472.733
39	I	48°18'30"	3 + 775.330	9344934.285	272532.459
40	D	58°55'40"	3 + 839.200	9344914.158	272594.772
41	I	5°36'50"	3 + 883.200	9344868.354	272605.491
42	D	24°47'50"	4 + 019.150	9344739.631	272649.276
43	I	36°24'00"	4 + 095.530	9344663.260	272641.233
44	I	16°05'30"	4 + 179.800	9344589.799	272684.313

45	I	26°21'50"	4 + 263.750	9344531.888	272745.296
46	I	14°10'30"	4 + 372.130	9344499.771	272849.328

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

Descripción de los BM

BM	COTA	UBICACIÓN	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
BM 0.0	814.746	0+000	A 8.00 m. al lado derecho	Hito de concreto, costado de Poste de Luz
BM 0.5	820.793	0+508	A 6.00m. al lado derecho	Hito de concreto, costado de árbol
BM 1.0	823.75	1+000	A 6.00 m. al lado izquierdo	Hito de concreto, costado de árbol
BM 1.5	827.246	1+508	A 5.00 m. al lado derecho	Hito de concreto, costado de árbol
BM 2.0	822.335	2+000	A 8.00 m. al lado derecho	Hito de concreto, costado de árbol
BM 2.5	829.012	2+506	A 2.00 m. al lado derecho	Hito de concreto, costado de poste de luz
BM 3.0	837.806	3+015	A 4.00 m. al lado izquierdo	Hito de concreto, costado del cerco
BM 3.5	846.083	3+500	A 5.00 m. al lado izquierdo	Hito de concreto, costado de cerco
BM 4.0	829.249	4+007	A 8.00 m. al lado izquierdo	Hito de concreto
BM 4.5	834.360	4+500	A 6.00 m. al lado derecho	Hito de concreto
BM 5.0	837.400	5+020	A 5.00 m. al lado izquierdo	Hito de concreto, pie de árbol

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Estudio de Gabinete

Culminando con el trabajo de Campo, y con todos los datos necesarios se procedió a realizar el trabajo de gabinete.

Parámetros de las Características Geométricas del Proyecto.

Para el desarrollo del presente informe se han utilizado las “Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras”.

Diseño Geométrico.

Para la Ubicación de los PI y el trazado de la poligonal abierta en los planos se utilizo el método de las coordenadas. Teniendo como datos las siguientes parámetros: Angulo de inflexión, sentido de las Curvas, Distancia entre PI, Azimut, se obtiene las coordenadas de los PI respectivos.

4.1.3.1 Diseño de las Curvas Horizontales

4.1.3.1.1 Calculo de los Elementos de las Curvas Horizontales

Curva 1: Izquierda

$I = 24^{\circ}46'40''$	$PI = 0+168.207$
$R = \dots 50.00$	$-T = 0+010.983$
$T = \dots \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 10.983$	$PC = 0+157.224$
$LC = \frac{\pi \times R \times I}{180} = 21.623$	$+LC = 0+021.623$
	$PT = 0+178.847$

Curva 2 : Derecha

$I = 3^{\circ}59'20''$	$PI = 0+275.149$
$R = \dots 50.00$	$-T = 0+001.741$
$T = \dots \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 1.741$	$PC = 0+273.408$
$LC = \frac{\pi \times R \times I}{180} = 3.481$	$+LC = 0+003.481$
	$PT = 0+276.889$

Curva 3: Izquierda

$I = 3^{\circ}59'20''$ $R = \dots 00.00$ $T = \dots \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 0.000$ $LC = \frac{\pi x R x I}{180} = 0.000$	$PI = 0+381.937$ $-T = 0+000.000$ <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> $PC = 0+381.937$ $+ LC = 0+000.000$ <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> $PT = 0+381.937$
--	--

Curva 4: Izquierda

$I = 8^{\circ}15'30''$ $R = \dots 50.00$ $T = \dots \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 3.610$ $LC = \frac{\pi x R x I}{180} = 7.207$	$PI = 0+692.587$ $-T = 0+003.610$ <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> $PC = 0+688.977$ $+ LC = 0+007.207$ <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> $PT = 0+696.184$
--	--

Curva 5: Izquierda

$I = 51^{\circ}14'00''$ $R = 50.00$ $T = \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 23.974$ $LC = \frac{\pi x R x I}{180} = 44.710$	$PI = 0+779.734$ $-T = 0+023.974$ <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> $PC = 0+755.760$ $+ LC = 0+044.710$ <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> $PT = 0+800.47$
---	---

Curva 6: Izquierda

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 29^{\circ}33'40'' \\
 R & = & 40.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 10.554 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 20.638 \\
 \hline
 PI & = & 0+868.918 \\
 -T & = & 0+010.554 \\
 PC & = & 0+858.364 \\
 + LC & = & 0+020.638 \\
 \hline
 PT & = & 0+879.002
 \end{array}$$

Curva 7: Derecha

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 60^{\circ}49'50'' \\
 R & = & 30.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 17.612 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 31.851 \\
 \hline
 PI & = & 0+916.842 \\
 -T & = & 0+017.612 \\
 PC & = & 0+899.230 \\
 + LC & = & 0+031.851 \\
 \hline
 PT & = & 0+931.081
 \end{array}$$

Curva 8 : Izquierda

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 39^{\circ}32'40'' \\
 R & = & 25.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 8.987 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 17.255 \\
 \hline
 PI & = & 0+954.047 \\
 -T & = & 0+008.987 \\
 PC & = & 0+945.060 \\
 + LC & = & 0+017.255 \\
 \hline
 PT & = & 0+962.315
 \end{array}$$

Curva 9 : Derecha

$$I = 39^{\circ}43'20''$$

$$R = 25.00$$

$$T = \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 9.031$$

$$LC = \frac{\pi \times R \times I}{180} = 17.332$$

$$PI = 1+007.835$$

$$-T = 0+009.031$$

$$PC = 0+998.804$$

$$+ LC = 0+017.332$$

$$PT = 1+016.136$$

Curva 10 Derecha

$$I = 43^{\circ}16'10''$$

$$R = 100.00$$

$$T = \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 39.663$$

$$LC = \frac{\pi \times R \times I}{180} = 75.519$$

$$PI = 1+338.787$$

$$-T = 0+039.663$$

$$PC = 1+229.124$$

$$+ LC = 0+075.519$$

$$PT = 1+374.644$$

Curva 11: Izquierda

$$I = 51^{\circ}17'40''$$

$$R = 30.00$$

$$T = \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 14.404$$

$$LC = \frac{\pi \times R \times I}{180} = 26.858$$

$$PI = 0+534.695$$

$$-T = 0+014.404$$

$$PC = 0+520.291$$

$$+ LC = 0+026.858$$

$$PT = 0+547.149$$

Curva 12: Derecha

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 26^{\circ}11'40'' \\
 R & = & 60.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 13.959 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 27.431 \\
 \hline
 PI & = & 0+574.445 \\
 -T & = & 0+013.959 \\
 PC & = & 0+560.486 \\
 + LC & = & 0+027.431 \\
 \hline
 PT & = & 0+587.916
 \end{array}$$

Curva 13: Derecha

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 43^{\circ}59'20'' \\
 R & = & 60.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 24.235 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 46.065 \\
 \hline
 PI & = & 0+633.957 \\
 -T & = & 0+024.235 \\
 PC & = & 0+609.722 \\
 + LC & = & 0+046.065 \\
 \hline
 PT & = & 0+655.787
 \end{array}$$

Curva 14: Izquierda

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 34^{\circ}56'40'' \\
 R & = & 50.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 15.738 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 30.495 \\
 \hline
 PI & = & 0+677.252 \\
 -T & = & 0+015.738 \\
 PC & = & 0+661.514 \\
 + LC & = & 0+030.495 \\
 \hline
 PT & = & 0+692.008
 \end{array}$$

Curva 15: Derecha

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 45^{\circ}47'10'' \\
 R & = & 30.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 12.668 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 23.974 \\
 \hline
 PI & = & 0+732.671 \\
 -T & = & 0+012.668 \\
 PC & = & 0+720.003 \\
 + LC & = & 0+023.974 \\
 \hline
 PT & = & 0+743.976
 \end{array}$$

Curva 16: Derecha

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 30^{\circ}57'50'' \\
 R & = & 60.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 16.619 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 32.425 \\
 \hline
 PI & = & 0+774.808 \\
 -T & = & 0+016.619 \\
 PC & = & 0+758.189 \\
 + LC & = & 0+032.425 \\
 \hline
 PT & = & 0+790.614
 \end{array}$$

Curva 17: Izquierda

$$\begin{array}{rcl}
 I & = & 11^{\circ}13'00'' \\
 R & = & 30.00 \\
 T & = & \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 2.946 \\
 LC & = & \frac{\pi \times R \times I}{180} = 5.873 \\
 \hline
 PI & = & 0+808.395 \\
 -T & = & 0+002.946 \\
 PC & = & 0+805.449 \\
 + LC & = & 0+005.873 \\
 \hline
 PT & = & 0+811.322
 \end{array}$$

Curva 18 : Izquierda

$$\begin{aligned}
 I &= 79^{\circ}36'10'' & PI &= 5+940.555 \\
 R &= 100 & -T &= 0+083.121 \\
 T &= \text{Tang}\left(\frac{I}{2}\right) = 83.121 & PC &= 5+827.234 \\
 LC &= \frac{\pi \times R \times I}{180} = 138.933 & + LC &= 0+138.933 \\
 & & PT &= 5+996.167
 \end{aligned}$$

4.1.4 Estudio de Señalización

En el tramo del proyecto se proyectaron señales de tránsito de tipo informativa, preventiva y reglamentaria como se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 19*Señales de Tránsito Proyectadas*

PROGRESIVA	TIPO	TIPO	LADO	DESCRIPCION
0+000	I-8	Informativa	Derecha	Poste de kilometraje
0+740	P-34	Preventiva	Derecha	Baden
0+840	P-34	Preventiva	Izquierda	Baden
0+880	P-34	Preventiva	Derecha	Baden
1+020	P-34	Preventiva	Izquierda	Baden
1+000	I-8	Informativa	Izquierda	Poste de kilometraje
1+160	R-30	Reglamentaria	Izquierda	Velocidad Máxima (R-30)
1+520	P-3B	Preventiva	Derecha	Curva y Contracurva pronunciada a la izquierda
1+820	P-3B	Preventiva	Izquierda	Curva y Contracurva pronunciada a la izquierda
1+840	P-1B	Preventiva	Derecha	Curva Pronunciada a la Izquierda
2+000	I-8	Informativa	Derecha	Poste de kilometraje
2+000	P-1A	Preventiva	Izquierda	Curva Pronunciada a la Derecha
2+300	P-34	Preventiva	Derecha	Baden
2+420	P-34	Preventiva	Izquierda	Baden
3+000	I-8	Informativa	Izquierda	Poste de kilometraje
3+040	P-2B	Preventiva	Derecha	Curva a la Izquierda
3+200	P-2A	Preventiva	Izquierda	Curva a la Derecha
3+220	P-1A	Preventiva	Derecha	Curva Pronunciada a la Derecha

3+380	P-1B	Preventiva	Izquierda	Curva Pronunciada a la Izquierda
3+420	P-4B	Preventiva	Derecha	Contracurva a la Izquierda
3+740	P-5-1	Preventiva	Derecha	Camino Sinuoso
3+780	P-4B	Preventiva	Izquierda	Contracurva a la Izquierda
4+000	I-8	Informativa	Derecha	Poste de kilometraje
4+160	P-34	Preventiva	Derecha	Baden
4+300	P-34	Preventiva	Izquierda	Baden
4+320	P-5-1	Preventiva	Izquierda	Camino Sinuoso
4+400	P-3A	Preventiva	Derecha	Curva y Contracurva pronunciada a la Derecha
4+640	P-3A	Preventiva	Izquierda	Curva y Contracurva pronunciada a la Derecha
5+000	I-8	Informativa	Izquierda	Poste de kilometraje

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Discusiones

4.2.1. Estudio de Tráfico

El conteo vehicular IMD actual por día es de 64 vehículos (camionetas Pick-up, autos, camionetas rurales, y camiones) en la estación ; por lo que se clasifica como una vía de Tercera Clase (IMD < 400 veh/día)

La proyección de número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes “EE” alcanza el valor de:

o Año 05: 37,761.00

o Año 10: 82,826.30

La tasa de crecimiento de tráfico considerado es de 3.64% para vehículos ligeros y el PBI es de 3.60% para el crecimiento de vehículos pesados.

Los vehículos ligeros representan entre el 79.69% del conteo vehicular del tramo y el 20.31% para vehículos pesados.

Se ha determinado que el tráfico vehicular generado alcanzará al año cinco un IMD de 82 vehículos y al año 10 un IMD de 98 vehículos.

4.2.2. Estudio de Diseño Geométrico

El trazo realizado guarda relación con el Estudio de Factibilidad aprobado y declarado viable, teniendo además como premisa que cualquier ampliación debería tratarse en lo posible hacia uno de los lados, ya sea a la izquierda o derecha del camino existente. A continuación describiremos el nuevo trazo.

Tramo : Buenos Aires – Sector Gobernador (0+000 km - 5+071.31 km) :

El trazo se inicia en el centro poblado menor Buenos Aires, teniendo en el Km. 0+000 como coordenada de inicio 269,707.330 Este; 9'345,864.000 Norte y cota de partida 815.100 m.s.n.m.

Este tramo esta constituido en los 80m iniciales por zona poblada, este tramo se conserva el eje de la vía actual para evitar la afectación de las construcciones y postes de media y baja tensión en lo posible, en este tramo se encuentra, así como poblados en sus márgenes y accesos a otros caseríos. El tramo inicia en Buenos Aires, atraviesa Paraje alto y Paraje Bajo, así como el caserío de Santa Catalina. Del mismo modo, vincula los siguientes caseríos: Nueva esperanza, Gobernador.

El Trazo culmina en el Km 18+918.18, donde empalma con el acceso al Puente Motilones, teniendo como coordenada final 281,252.621 Este, 9'336,655.758 Norte, cota final 808.900 m.s.n.m.

CONCLUSIONES

El tramo en estudio comprende 5. km. De camino vecinal, la topografía del lugar es alta y baja.

Existe un tramo con mucha deficiencia a mejorar del 4+820 al 5+100 de material arenisca y arcillosa.

Se aprecia una estratigrafía casi homogénea horizontal del terreno, los suelos de mayor predominio son las arcillas y arenas de mediana plasticidad.

La profundidad mínima de las calicatas fue de 1.50 m respecto a la altura natural del terreno.

En el tramo en su totalidad, se tendrá que realizar trabajos de mejoramiento de sub rasante con el material granular existente en la plataforma.

Con la elaboración de la propuesta diseño se lograrán los niveles de seguridad, comodidad y de estética, necesarios para que el diseño geométrico del camino vecinal, tenga los niveles de servicialdad, adecuados para los volúmenes de transito actuales, garantizando su funcionabilidad mientras cumple su vida útil.

RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer un ajuste a la oferta económica propuesta, basado en los precios de mercado para el periodo de ejecución del proyecto.

Se recomienda mantener el diseño geométrico propuesto ya que este fue determinado mediante un estudio profundo de las condiciones de la carretera y obtenido en base a todos los elementos que lo integran.

En lo que se refiere a las obras de drenaje propuestas se recomienda respetar sus dimensiones y ubicación ya que estas fueron obtenidas mediante un minucioso estudio hidrológico.

Para compensar algunos cambios en el medio ambiente se recomienda la forestación en los lugares apropiados con árboles que no interfieran en el óptimo funcionamiento de la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007), *Censo Poblacional*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Especificaciones Técnicas de Rehabilitación*

Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales; Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual Ambiental para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción: *Reglamento de Señalización*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales*, Lima Perú.

PONCE, J. *Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

RIOS VARGAS, CALEB, *Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación - Tarapoto*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

