

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL SM-676, TRAMO, PE-  
5N DV – CC.NN. PUCALLPA – CC.NN. ALTO PUCALPILLO – EMP. SM-  
104, DISTRITO DE SHANAO – LAMAS –SAN MARTIN”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Marco Antonio Pinchi Flores**

**Bach. Luis Francisco Gómez Ruiz**

**ASESOR:**

**Ing. Vicente Juvenal Díaz Agip**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**TARAPOTO-PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

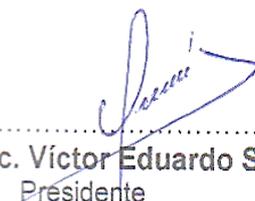
“ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL SM-676, TRAMO, PE-  
5N DV – CC.NN. PUCALLPA – CC.NN. ALTO PUCALPILLO – EMP. SM-  
104, DISTRITO DE SHANAO – LAMAS –SAN MARTIN ”

PRESENTADO POR :

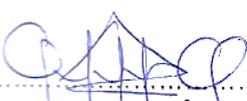
Bach. Marco Antonio Pinchi Flores

Bach. Luis Francisco Gómez Ruíz

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado  
el día 18 de Agosto del 2017

  
.....  
Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta  
Presidente

  
.....  
Ing. Carlos Segundo Huamán Torrejón  
Secretario

  
.....  
Ing. M.Sc. Rubén del Águila Panduro  
Miembro

  
.....  
Ing. Vicente Juvenal Díaz Agip  
Asesor

TARAPOTO-PERÚ

2017

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducente a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

### 1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Pinchi Flores Marco Antonio		
Código de alumno:	093159	Teléfono:	936166561
Correo Electrónico:	marck_ant24@hotmail.com	DNI:	70484213

### 2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Académico 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:	Estudio definitivo del camino vecinal SM-676, Tramo PE-SN DV-CC.N.N. Pucallpa - CC.N.N. Alto Pucallpa - EMP. SM-104, Distrito de shanao - Lamas - San Martín
Año de publicación:	2018

### 5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	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.

## 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 por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

02/02/2018

  
Firma de Unidad de Biblioteca

**\*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.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducente a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

### 1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Gómez Ruiz Luis Francisco		
Código de alumno:	083152	Teléfono:	935602874
Correo Electrónico:	luis-g-thefox91@hotmail.com	DNI:	70744662

### 2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Académico 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:	Estudio definitivo del camino vecinal SM-676, Tramo, PE-SN DV-C.C.N.N. Pucallpa-C.C.N.N. Alto Pucallpillo - EMP. SM - 104, Distrito de Shanau - Lamas - San Martín
Año de publicación:	2018

### 5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	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.

## 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.

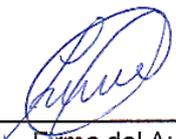
## 7. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS

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.

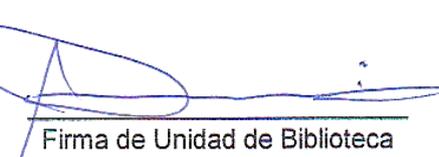
Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación 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 por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

02/02/2018

  
  
Firma de Unidad de Biblioteca

**\*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**

A Dios

*Por haberme permitido llegar  
hasta este punto y haberme dado salud  
para poder alcanzar mis metas,  
además de su infinita bondad y amor.*

A mis padres y hermano

*A mis padres por ser el pilar fundamental  
en todo lo que soy, en toda mi educación,  
tanto académica, como de la vida,  
por su incondicional apoyo través del tiempo;  
a mi hermano por ser un ejemplo de dedicación  
y perseverancia y brindarme todo su apoyo  
en cada momento de mi vida.*

A mi abuelita Hermita

*Que con su gran ejemplo de dedicación  
y superación me ha ayudado a salir adelante,  
y que desde el cielo siempre me brinda su  
protección y bendición.*

Marco A. Pinchi F.

*A mis padres por su apoyo incondicional  
en todo momento, porque creyeron en mí  
y porque me sacaron adelante,  
dándome ejemplos dignos de superación  
y entrega, porque gracias a ustedes,  
hoy puedo ver alcanzada mí meta.*

*A mi hermano, por siempre alentarme  
a cumplir mis metas,  
por depositar su confianza  
en cada reto que se me presentaba.*

Luis F. Gomez R.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a DIOS por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera universitaria, por brindarnos fortaleza en los momentos de debilidad y permitirnos tener una vida llena de aprendizajes y experiencia.

A los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, por sus consejos y sus enseñanzas brindadas para nuestra formación profesional.

Al nuestro asesor el Ing. Juvenal Díaz Agip, por su apoyo incondicional, tanto moral como académico, para lograr el presente objetivo.

A nuestros familiares, por el gran apoyo brindado durante a través del tiempo, tanto durante nuestra vida universitaria y durante la elaboración del presente proyecto.

# ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
CARÁTULA.....	
CONTRACARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DE TEXTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
RESUMEN.....	xv
ABSTRAC.....	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Exploración Preliminar Orientando la Investigación.....	1
1.3 Aspectos Generales del Estudio.....	2
1.3.1 Características Generales.....	2
1.3.1.1 Ubicación Geográfica del Proyecto.....	2
1.3.1.2 Vías de Acceso.....	5
1.3.1.3 Aspectos Climáticos.....	5
1.3.1.4 Situación Actual de la Vía.....	5
1.3.1.5 Área de Influencia.....	6
1.3.1.6 Población Beneficiada.....	7
1.3.1.7 Características socio-económicas.....	7
1.3.1.8 Actividades principales y niveles de vida.....	10
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 Antecedentes, Planteamiento, Delimitación, Formulación del problema a resolver.....	11
2.1.1 Antecedentes del Problema.....	11
2.1.2 Planteamiento del Problema.....	11
2.1.3 Delimitación del Problema.....	12
2.1.4 Formulación del Problema a Resolver.....	12
2.2 Objetivos.....	12
2.2.1 Objetivo General.....	12

2.2.2	Objetivos Específicos.....	12
2.3	Justificación de la Investigación.....	13
2.4	Delimitación de la Investigación.....	13
2.5	Marco Teórico.....	14
2.5.1	Antecedentes de la Investigación.....	14
2.5.2	Fundamentación Teórica de la Investigación.....	15
2.5.2.1	Clasificación de Carreteras.....	15
2.5.2.1.1	Según su Función.....	15
2.5.2.1.2	Según el Servicio.....	15
2.5.2.2	Derecho de Vía.....	15
2.5.2.2.1	Ancho Normal.....	15
2.5.2.2.2	Ancho Mínimo.....	16
2.5.2.3	Previsión de Ensanche.....	16
2.5.2.4	Diseño Geométrico.....	16
2.5.2.4.1	Distancia de Visibilidad.....	16
2.5.2.4.2	Visibilidad de Parada.....	16
2.5.2.5	Elementos del Diseño Geométrico.....	16
2.5.2.6	Alineamiento Horizontal.....	17
2.5.2.6.1	Consideraciones para el Alineamiento Horizontal.....	17
2.5.2.6.2	Curvas Horizontales.....	17
2.5.2.6.3	El Peralte de la Carretera.....	18
2.5.2.7	Alineamiento Vertical.....	19
2.5.2.7.1	Consideraciones para el Alineamiento Vertical.....	19
2.5.2.8	Pendiente.....	20
2.5.2.9	Sección Transversal.....	20
2.5.2.9.1	Calzada.....	20
2.5.2.9.2	Bermas.....	22
2.5.2.9.3	Ancho de la Plataforma.....	23
2.5.2.9.3.1	Sobre ancho.....	23
2.5.2.9.4	Plazoletas.....	23
2.5.2.9.5	Dimensiones en los Pasos Inferiores.....	24
2.5.2.9.6	Taludes.....	25
2.5.2.9.7	Sección Transversal Típica.....	26

2.5.2.10	Composición de Tráfico.....	27
2.5.2.11	Capacidad Portante del Suelo de Rasante.....	28
2.5.2.12	Especificaciones para Material de Lastrado.....	28
2.5.2.12.1	Granulometría.....	28
2.5.2.12.2	Requisito para el Material de Lastrado.....	29
2.5.2.13	Estudio Hidrológico.....	30
2.5.2.13.1	Introducción.....	30
2.5.2.13.2	Estimación de Caudales de Escorrentía.....	30
2.5.2.13.3	Período de Retorno.....	34
2.5.2.14	Estudio de Pavimentos.....	36
2.5.2.15	Diseño Estructural.....	38
2.5.2.16	Tipos de Tránsito.....	39
2.5.2.17	Estudio de Impacto Ambiental.....	42
2.5.3	Marco Conceptual: Definición de Términos Básicos.....	43
2.5.4	Marco Histórico.....	44
2.6	Hipótesis.....	45
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>46</b>
3.1	Materiales.....	46
3.1.1	Recursos Humanos.....	46
3.1.2	Recursos Materiales y Servicios.....	46
3.1.3	Recursos de Equipos.....	46
3.2	Metodología de la Investigación.....	46
3.2.1	Universo y/o Muestra .....	46
3.2.2	Sistema de Variables.....	47
3.2.3	Tipos y Nivel de la Investigación.....	47
3.2.4	Diseño de Instrumentos.....	48
3.2.5	Procesamiento de la Información.....	48
3.2.6	Análisis e Interpretación de Datos y Resultados.....	48
3.2.7	Información del Proyecto: Diseño Obtenido.....	49
3.2.8	Criterio General de Aplicación.....	49
3.2.9	Excepciones Consentidas.....	50
3.2.10	Alineamiento Horizontal.....	50

3.2.11	Curvas Horizontales.....	51
3.2.12	Secciones Transversales.....	52
3.2.13	Trazado de Perfil Longitudinal.....	53
3.2.14	Exploración de Canteras.....	53
3.2.15	Metodología de Trabajo a Realizar.....	53
3.2.16	Estudio de Mecánica de Suelos.....	54
3.2.17	Diseño de Pavimento.....	57
3.2.18	Estudio Hidráulico.....	58
3.2.19	Estudio de Impacto Ambiental.....	59
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
4.1	Características Generales .....	61
4.2	Levantamiento Topográfico.....	61
4.2.1	Perfil Longitudinal.....	61
4.3	Estudio de Suelos.....	76
4.4	Diseño Geométrico de la Carretera.....	76
4.5	Estudio de Impacto Ambiental.....	87
4.6	Presupuesto.....	88
4.6.1	Metrados.....	88
4.6.2	Análisis de Costos Unitarios.....	88
4.6.3	Relación de Insumos.....	89
4.6.4	Análisis de Gastos Generales.....	89
4.6.5	Fórmula Polinómica.....	89
4.7	Programación de Obra.....	89
4.8	Calendario de Avance de Obra.....	89
4.9	Planos.....	89
<b>V.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	<b>90</b>
5.1	Estudio Socio – económico .....	90
5.2	Estudios de Ingeniería .....	90
5.3	Contrastación de Hipótesis.....	92

<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>93</b>
6.1	Conclusiones.....	93
6.2	Recomendaciones.....	94
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>95</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>97</b>
8.1	Anexo 01: Planilla de Metrados	
8.2	Anexo 02: Análisis de Costos Unitarios	
8.3	Anexo 03: Presupuesto de Obra	
8.4	Anexo 04: Relación de Insumos	
8.5	Anexo 05: Gastos Generales	
8.6	Anexo 06: Fórmula Polinómica	
8.7	Anexo 07: Programación de Obras	
8.8	Anexo 08: Calendario de Avance de Obra	
8.9	Anexo 09: Planos	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Radio Mínimos y Peraltes Máximos en curvas.....	18
<b>Tabla 2:</b>	Ancho mínimo de calzada en tangente.....	21
<b>Tabla 3:</b>	Sobre Ancho de Calzada (m).....	22
<b>Tabla 4:</b>	Taludes de Corte.....	25
<b>Tabla 5:</b>	Taludes de Relleno.....	26
<b>Tabla 6:</b>	Granulometría para Material de Afirmado.....	28
<b>Tabla 7:</b>	Coefficientes de Duración Lluvias entre 48 horas y 1 hora.....	31
<b>Tabla 8:</b>	Valores para la Determinación del Coeficiente de Escorrentía.....	32
<b>Tabla 9:</b>	Coefficientes de Escorrentía.....	33
<b>Tabla 10:</b>	Coefficiente de Escorrentía ( Tipo de Superficie).....	33
<b>Tabla 11:</b>	Valores del Coeficiente de Manning.....	34
<b>Tabla 12:</b>	Riesgo de Excedencia (%) durante la Vida Útil para Diversos Periodos de retorno.....	35
<b>Tabla 13:</b>	Periodos de Retorno para Diseño de Obras de Drenaje en Caminos de Bajo Volumen de Tránsito.....	36
<b>Tabla 14:</b>	Factores de Composición de tráfico (M).....	39
<b>Tabla 15:</b>	CBR Requerido para el material de afirmado.....	40
<b>Tabla 16:</b>	Rangos de la velocidad de diseño .....	67
<b>Tabla 17:</b>	Radio mínimos y peraltes máximos para diseño de Carreteras .....	68
<b>Tabla 18:</b>	Ancho mínimo de calzada en tangente.....	70
<b>Tabla 19:</b>	Ancho de berma .....	71
<b>Tabla 20:</b>	Valores de bombeo de la calzada.....	72
<b>Tabla 21:</b>	Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.....	73
<b>Tabla 22:</b>	Valores de peralte máximo.....	74
<b>Tabla 23:</b>	Valores referenciales para taludes de corte.....	74
<b>Tabla 24:</b>	Taludes referenciales en zonas de relleno.....	75

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Estado situacional de la vía entre localidades ubicadas en su recorrido .....	6
<b>Cuadro 2:</b> Población del área de influencia.....	7
<b>Cuadro 3:</b> Distribución de las Instituciones Educativas a lo largo del área de influencia del Camino Vecinal .....	8
<b>Cuadro 4:</b> Servicios de agua y saneamiento.....	8
<b>Cuadro 5:</b> Organizaciones existentes en las localidades.....	9
<b>Cuadro 6:</b> Información General del Distrito.....	61
<b>Cuadro 7:</b> Relación de BMs ubicados en campo.....	63
<b>Cuadro 8:</b> Sectorización de la carretera.....	65
<b>Cuadro 9:</b> Cuadro Comparativo de velocidad de diseño.....	66
<b>Cuadro 10:</b> Radios mínimos vs Velocidad específica.....	69
<b>Cuadro 11:</b> Anchos de calzadas propuestos.....	71
<b>Cuadro 12:</b> Precipitación máxima en 24 horas.....	79
<b>Cuadro 13:</b> Caudales máximos Método Racional.....	84
<b>Cuadro 14:</b> Dimensionamiento de estructuras.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Altura Libre en Túneles.....	24
<b>Figura 2:</b> Sección Típica de una Carretera a Media Ladera.....	27
<b>Figura 3:</b> Curva de diseño de espesores para estructuras.....	41
<b>Figura 4:</b> Sección tipo en Corte.....	72
<b>Figura 5:</b> Sección tipo en Relleno.....	73

## ÍNDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Red Vial Shanao.....	3
<b>Gráfico 2:</b> Localización Distrital.....	3
<b>Gráfico 3:</b> Localización Regional.....	4
<b>Gráfico 4:</b> Localización Nacional.....	4

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano de Ubicación.....	U-01
Plano de Planta y Perfil Longitudinal.....	PP-01 – PP-04
Plano de Secciones Transversales.....	ST-01 – ST-04
Plano de Obras de Arte (Alcantarilla).....	OA-01
Plano de Obras de Arte (Baden típico).....	OA-02
Plano Clave de Señales .....	PS - 01

## RESUMEN

El presente trabajo se ha desarrollado en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con fines de titulación como Ingeniero Civil y de poner en práctica las lecciones aprendidas en el Aula universitaria.

Este trabajo se realizó con fines de participar en la solución de la problemática vial existente en el sector rural de la provincia de Lamas, ya que la situación actual de los caminos vecinales tiene problemas de transitabilidad, generando que los costos del transporte de los productos del campo a la ciudad sean altos y que la economía de los agricultores se vea afectada y por ende la calidad de vida de los mismos; es más, una carretera en mal estado como la que se ha estudiado, origina demoras e incomodidad en el desplazamiento del campo a la ciudad y viceversa, encontrándonos de que si bien es cierto se sacan los productos del campo a la ciudad, también es cierto que el agricultor tiene que regresar al campo llevando los productos para la subsistencia, así como los requeridos para su agricultura y demás actividades que se desarrollan en el campo. De manera que se ha participado en la formulación del proyecto en mención para lograr un camino vecinal afirmado.

Para desarrollar este trabajo se ha tenido que aplicar todos los conceptos básicos requeridos en el Área de Transportes, para poder trabajar una carretera. Ello implica darle una solución técnica al problema, efectuándose todas aquellas actividades necesarias de las cuales se pueden mencionar: visitas preliminares, levantamiento topográfico, cálculo topográfico, diseño geométrico, del camino, movimiento de tierras y sus volúmenes, drenajes transversales y longitudinales, diseño de pavimento a nivel de afirmado, formulación de su presupuesto, programación de la Obra y elaboración de planos.

Palabras clave: ESTUDIO – DISEÑO – COSTOS – CAMINO VECINAL

**Los Autores.**

## ABSTRACT

The following work has been developed in the Professional Academic School of Civil Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín - Tarapoto, for purposes of qualification as Civil Engineer and to put into practice the lessons learned in the University Classroom.

This work was done in order to participate in the solution of the existing road problems in the rural sector of the province of Lamas, since the current situation of the roads in the neighbourhood has problems of transitivity, generating that the costs of transportation of the products of the field to the city are high and that the economy of the farmers is affected and therefore the quality of life of the same; moreover, a road in bad condition as the one that has been studied, causes delays and discomfort in the displacement of the field to the city and vice versa, finding that although it is true they take the products from the field to the city, it is also true that the farmer has to return to the countryside carrying the products for subsistence, as well as those required for his agriculture and other activities that take place in the field. So he has participated in the formulation of the project in order to achieve a neighbourhood road affirmed.

To develop this work has had to apply all the basic concepts required in the Area of Transportation, to be able to work a road. This implies giving a technical solution to the problem, and all necessary activities are carried out: preliminary visits, topographic survey, topographical calculation, geometric design, of the road, soil and volume movement, transverse and longitudinal drainage, pavement at level of affirmed, formulation of its budget, programming of the Work and elaboration of plans.

**Keywords:** STUDY - DESIGN - COSTS – NEIGHBOURING ROUD.



## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 GENERALIDADES**

El presente trabajo de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto como una contribución a la sociedad, debido a la problemática vial de nuestro departamento, y las localidades que requieren desarrollarse.

El aporte consiste tomar contacto con una realidad concreta en el sector rural de la provincia de Lamas, donde se aprecia el mal estado de las carreteras vecinales, siendo así que nace la idea de elaborar el Estudio Definitivo a Nivel de Ejecución del Camino Vecinal EMP. PE-5N (DV) – Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalillo – EMP. SM-104 y de esta manera apoyar al desarrollo de las localidades que se encuentran ubicadas a lo largo del proyecto, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

### **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.

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

En el departamento de San Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red vial tanto en las carreteras de carácter nacional así como las carreteras del sistema departamental y vecinal; para que integren la unidad del país, de manera que los

pueblos interconectados por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

En nuestra región se puede apreciar que aun existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en malas condiciones y que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado **“ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL EMP. PE-5N (DV) – COMUNIDAD NATIVA PUCALLPA - COMUNIDAD NATIVA ALTO PUCALPILLO – EMP. SM-104.**

### **1.3 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO**

#### **1.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

##### **1.3.1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO**

El ámbito territorial de la zona en estudio abarca parte de la localidad de Shanao (C. N Alto Pucalpilllo y C.N Pucallpa); perteneciente al distrito de Shanao, Provincia de Lamas – Región San Martín.

El punto de inicio del Camino Vecinal está en el km. 577+000 de la Carretera Fernando Belaunde Terry, en las coordenadas 325876 E, 9288055 N, atravesando en su recorrido las Comunidades Nativas de Alto Pucalpilllo y Pucallpa, hasta llegar a su punto final que está en el km 4+141.00 (EMPALME SM-104) de la Carretera Departamental Lamas – Shanao, en las coordenadas 327594 E, 9290109 N.

Debe indicarse que el punto de inicio de la vía en estudio se encuentra desde el Empalme de la Carretera Principal Fernando Belaunde Terry km. 577.00.

GRÁFICO N°01

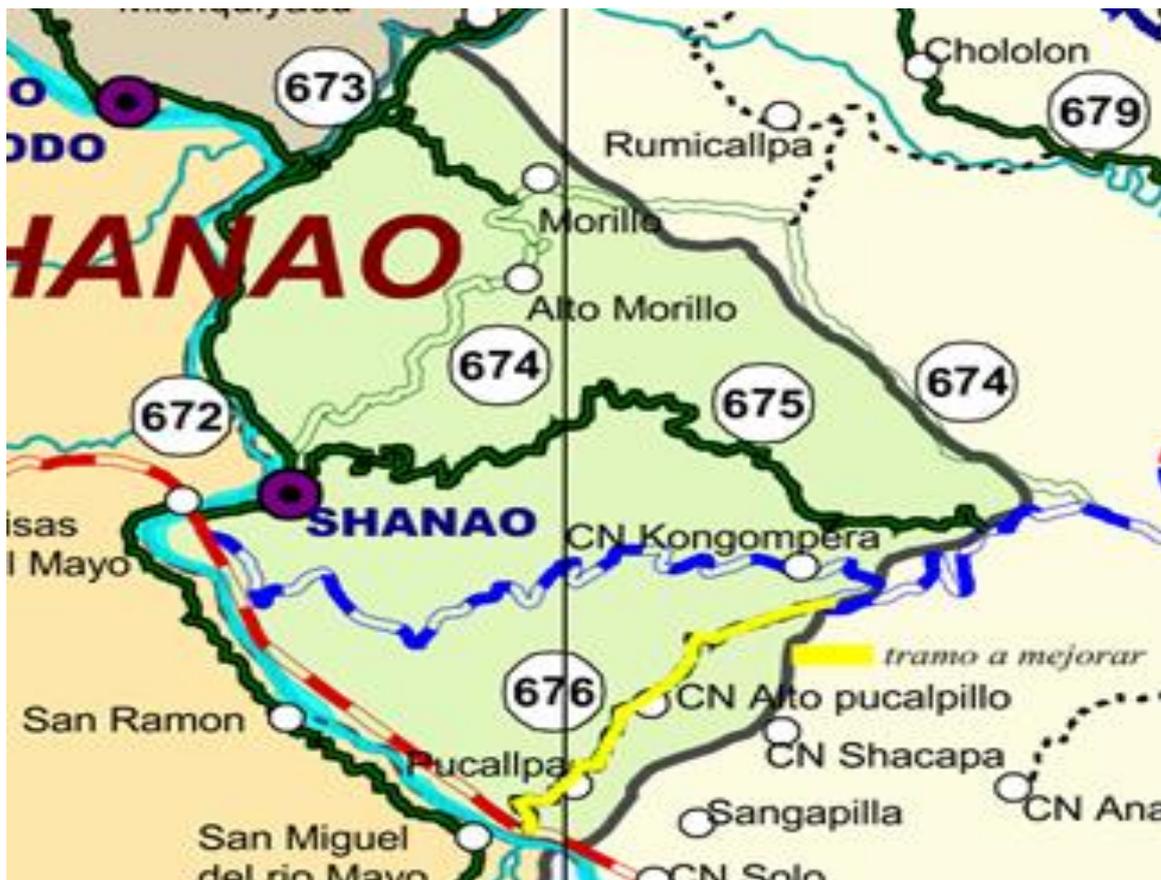
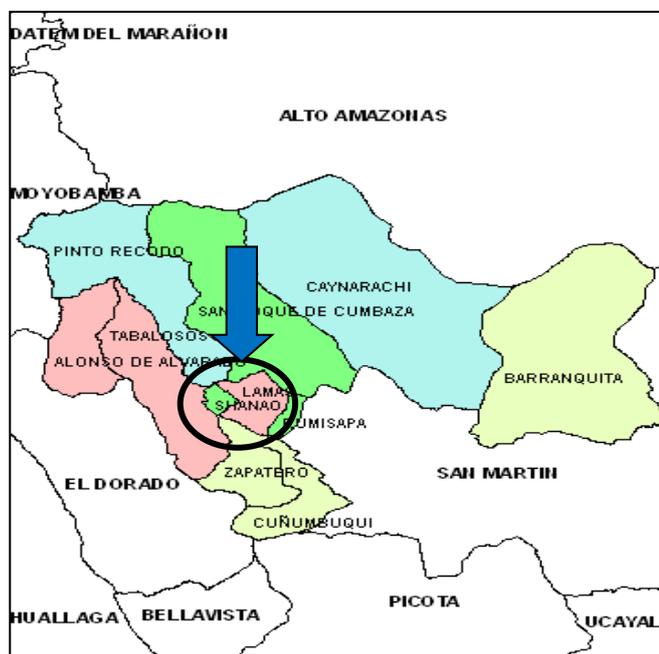


GRAFICO N° 02

LOCALIZACION DISTRITAL



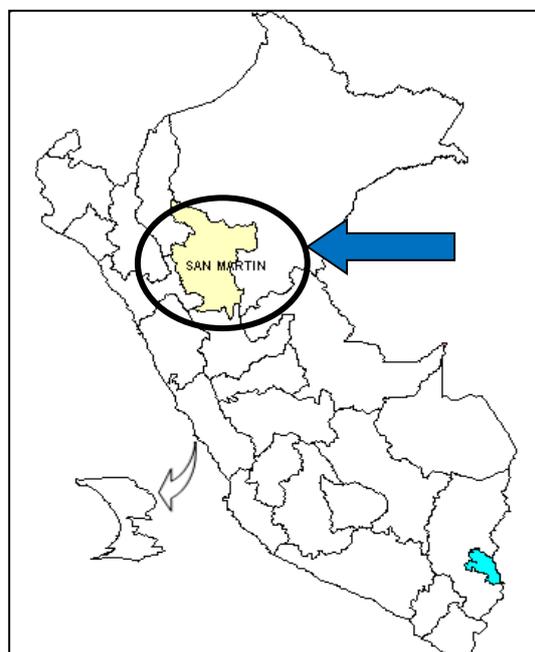
**GRAFICO Nº 03**

**LOCALIZACION REGIONAL**



**GRAFICO Nº 04**

**LOCALIZACION NACIONAL**



### **1.3.1.2 VIAS DE ACCESO**

Como principal vía de acceso, se tiene la Carretera Arq<sup>o</sup> El acceso se realiza partiendo de Tarapoto hacia el Desvió que lleva a la Comunidad Nativa de Pucallpa, con un tiempo aproximado de 35 minutos para los 25 km de recorrido; También Partiendo de lamas hacia el desvió que lleva a la Comunidad Nativa de Alto Pucallpillo, con un tiempo aproximado de 5 minutos, para los 6.70 km de recorrido

### **1.3.1.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS**

**Temperatura:** Varía de acuerdo a las estaciones del año, siendo las máximas de 24.4°C y las mínimas 22.2 °C, siendo la temperatura promedio de 23.27°C

**Precipitación:** Se produce en todos los meses del año, llegando a un total de 1252 y 1438.5 mm. al año y con una pronunciada reducción desde Mayo hasta Agosto y máximos entre Octubre y Marzo.

**Humedad relativa:** La humedad relativa promedio anual en el valle del Alto Mayo es de 83 %.

**Nubosidad:** La nubosidad en la zona presenta un promedio anual de 5.46 octavas.

**Evaporación:** La evaporación presenta promedios anuales de 71.5 mm. máximo y 20.9 mínimo.

**Altitud:** El área del proyecto se encuentra a una altitud promedio de 975.00 msnm.

### **1.3.1.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA VIA**

El camino vecinal se inicia en el km 577 de la carretera Fernando Belaunde Terry, a las afueras de la localidad de CC.NN Pucallpa. El Cuadro 1 muestra sus características principales actuales de la vía en estudio:

**Cuadro 1: Estado situacional de la vía entre las localidades ubicadas en su recorrido**

<b>TRAMO</b>	<b>Pavimento</b>	<b>Pendiente %</b>	<b>Obras de Arte</b>	<b>Observaciones</b>
EMP. PE – 5N – CC. NN Pucallpa – CC.NN Alto Pucalpilllo	Vía en regular estado, pérdida de finos en el pavimento	Pendiente suaves y moderadas entre 0.506% y menores a 27.44 %	Falta limpieza y mantenimiento de Obras de Arte	Faltan trabajos de mantenimiento periódico en el tramo
CC.NN Alto Pucalpilllo – EMP. SM -104	No Presenta material granular en gran parte del tramo: De regular a malo su estado de conservación	Pendientes moderadas a altas hasta 18%	Insuficiente cantidad de Obras de Arte y drenaje, faltando la construcción de cunetas de encauzamiento y badenes de concreto.	Faltan trabajos de Rehabilitación y Mejoramiento del Camino Vecinal

El ancho de la plataforma existente en el tramo EMP. PE-5N (DV) – Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo – EMP. SM-104, presenta en promedio A=4.50 m

En los meses de altas precipitaciones (Diciembre a Mayo) gran parte del camino vecinal no presta el servicio a la población

### **1.3.1.5 ÁREA DE INFLUENCIA**

El Distrito de Shanao tiene una extensión de 24.60 Km<sup>2</sup>, cuya región natural es Rupa Rupa o Selva Alta, pues se ubica entre los 250 – 1,000 msnm.

La población del área de influencia directa del proyecto alcanza a las Comunidades Nativas de Alto Pucalpilllo y Pucallpa.

El área de influencia indirecta alcanza la C.N Kongompera, Sector Shacapa, Sector San Ramón, Sector Sangapilla, las cuales pertenecen al distrito de Shanao y cuentan con caminos alternativos para comunicarse con la provincia de Lamas.

**Cuadro 2: Población del área de influencia**

DISTRITO / LOCALIDAD		POBLACION 2007	%	POBLACION 2016	%	REGION NATURAL
1	C. N Pucallpa	70	17.86%	109	17.84%	Rupa rupa
2	C. N Alto Pucalpilllo	157	40.05%	244	39.93%	Rupa rupa
<b>Area de Influencia Indirecta</b>		<b><u>165</u></b>	<b><u>42.09%</u></b>	<b><u>258</u></b>	<b><u>42.23%</u></b>	
1	C.N Kongompera	75	19.13%	117	19.15%	Rupa rupa
2	Sector Shacapa	35	8.93%	55	9.00%	Rupa rupa
3	Sector San Ramon	25	6.38%	39	6.38%	Rupa rupa
4	Sector Sangapilla	30	7.65%	47	7.69%	Rupa rupa
<b>Total Area de Influencia</b>		<b>392</b>		<b>611</b>		

Fuente: Municipalidad Distrital de Shanao

### 1.3.1.6 POBLACIÓN BENEFICIADA

Los beneficiados directos con la ejecución de este proyecto de investigación; son los pobladores de las localidades del Distrito de Shanao y las Comunidades de Pucallpa y Alto Pucalpilllo en un total de 611 pobladores según el censo de población Año 2007, como se muestra en la Tabla N° 01.

### 1.3.1.7 CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS

#### Servicios Básicos

#### Educación

Los servicios educativos que se brindan son públicos y son facilitados por el Ministerio de Educación. La cobertura educativa alcanza a la mayoría de los centros poblados menores y hay centros educativos en algunos de ellos. Sin embargo la educación secundaria está concentrada en la Capital del distrito, la localidad de Shanao; no se advierte la presencia de una oferta educativa privada.

En el Cuadro 3 se muestra los centros educativos pertenecientes al área de influencia directa del proyecto:

**Cuadro 3: Distribución de las Instituciones Educativas a lo largo del área de influencia del Camino Vecinal**

LOCALIDADES	PRONOEI		I.E. INICIAL		I.E.P. PRIMARIA		I.E. SECUNDARIA	
	Pronoei	Animad.	I.E.I.	Prof.	I.E.P.	Prof.	I.E.S.	Prof.
<b>Área de Influencia Directa</b>								
1 C. N Pucallpa			1	1	1	1		
2 C. N Alto Pucallpillo			1	1	1	2		
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		

Fuente: Elaboración Propia

### Salud

Los servicios de Salud se facilitan a través del Centro de Salud de Shanao,

### Saneamiento

El Distrito de Shanao, cuenta con servicios de agua potable, a través de la red pública, la cual proviene de un manantial pero no potabilizada; también cuenta con el sistema de Desagüe.

En las localidades del área de influencia del proyecto podemos indicar que el estado situacional de agua y saneamiento es el siguiente:

**Cuadro 4: Servicio de agua y saneamiento**

LOCALIDADES DEL AREA DE INFLUENCIA	TOTAL	AGUA	SANEAMIENTO	
		Red Pública De agua	Red de Alcantarillado Público	Letrinas
<b>Area de Influencia Directa</b>				
1 C. N Pucallpa	27			X
2 C. N Alto Pucallpillo	61			X

Fuente: Elaboración Propia

## Electrificación

Las localidades ubicadas a lo largo del área de influencia del camino vecinal, no cuentan con abastecimiento de energía eléctrica, por las noches, el alumbrado en los domicilios se realiza con mecheros artesanales, velas de cera, o en algunos casos con lámparas petromax.

## Vivienda

En la gran parte de las localidades del área de influencia las viviendas son de adobe y quincha.

## Comunicaciones

En cuanto al servicio de comunicaciones el área de influencia del proyecto, cuenta con el servicio de teléfono celular móvil.

## Organizaciones

Las localidades beneficiadas están organizadas dentro de su jurisdicción, participando en la vida social y comunal. El Cuadro 05 muestra las organizaciones existentes en cada localidad:

**Cuadro 5: Organizaciones existentes en las localidades**

Localidad	Nº ORGANIZACIONES				
	Comité Vaso de Leche	APAFA	Club de Madres	Club Deportivo	Junta Vecinal
C. N Pucallpa	1	1			
C. N Alto Pucallpillo	1	1			

Fuente: Elaboración Propia

## Agricultura y Ganadería

En el contexto de la actividad económica, la zona en estudio se caracteriza esencialmente por su vocación y aptitud agropecuaria, que constituye la fuente de

trabajo y el sustento de la mayor parte de la población establecida en la zona; sembrando y cultivando productos agrícolas, destacando por su importancia el cacao y el café que ofrecen al agricultor mayor margen de rentabilidad y posibilidades de progreso. Entre otros cultivos que ofrece la zona tenemos, el algodón, maíz y frutales en menor escala.

#### **1.3.1.8 ACTIVIDADES PRINCIPALES Y NIVELES DE VIDA**

En la zona de influencia del proyecto correspondiente a la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo – EMP. SM-104, la actividad principal es la producción agropecuaria, la cual está destinada al autoconsumo en mayor proporción, y al intercambio, con las limitaciones en el flujo de transporte para la comercialización externa.

Los principales productos agropecuarios en orden de importancia son:

Agrícolas: Arroz, Café, plátano, maíz.

Pecuarias: Vacunos, caprinos, equinos y animales menores.

Los productos agropecuarios que se comercializan en el mercado regional son de un número reducido de personas que poseen mayor cantidad de tierras y ganados y que el volumen de producción les permite cubrir los costos altos de transporte que implica evacuar sus productos hacia el mercado local; sin embargo la mayoría produce sólo para el autoconsumo; el intercambio de sus productos mediante el trueque y un mínimo volumen de comercialización debido a la carencia de una carretera transitable que les facilite evacuar a bajo costo su producción hacia los mercados de consumo, situación que será superada al ejecutarse el presente proyecto.

Sobre estructura y composición de las clases sociales, éstas se hallan en relación con la propiedad de los medios de producción, el empleo y el ingreso, que deviene de un determinado nivel de vida, así como en el acceso a las necesidades básicas de la población.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN, FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER**

#### **2.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos.

En el Departamento de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, principalmente la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos.

El Camino Vecinal que conlleva a presentar este Proyecto de tesis, fue aperturado como trocha carrozable hace 15 años atrás, por parte de la Municipalidad Distrital de Shanao en una longitud de 4.52 Km., para el beneficio económico de los pobladores de las Comunidades Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpillo que se sienten aislados de la red vial principal.

Las Comunidades Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpillo por años han tratado de lograr su desarrollo Socio - Económico, y uno de los problemas que afrontan los pobladores de las mencionadas localidades, es la intransitabilidad de la carretera de acceso que les permita comercializar sus productos agrícolas con los principales mercados de abastos de una forma rápida. Por lo tanto es de vital importancia el mejoramiento de la carretera que integre las Comunidades Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpillo con las red vial principal Arq<sup>o</sup> Fernando Belaúnde Ferry, para que logren desarrollar sus objetivos socio - económicos ansiados y postergados.

#### **2.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El tramo de carretera existente entre las Comunidades Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpillo en el Distrito de Shanao presenta en la actualidad problemas de deslizamiento en las zonas que existe deforestación sobre la plataforma de rodadura, esto debido a la estratigrafía del suelo, la cual tiene fallas geológicas debido a que la

napa freática humedece constantemente el terreno de fundación lo cual permite la socavación del suelo, razón por la cual siempre tiende a deslizarse, además por el mal estado que se encuentra dicha vía solamente es transitable en época de verano, no permitiendo sacar sus productos a los mercados regionales y nacionales.

### **2.1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El Camino Vecinal que une las Comunidades Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo. El mejoramiento de éste importante camino vecinal permitirá facilitar el tránsito vehicular de la zona, propiciando el desarrollo de los pueblos involucrados, a través de la cual, los pequeños y medianos agricultores, madereros o ganaderos podrán trasladar sus productos hacia los mercados de comercialización en cualquier época del año con la mayor facilidad del caso.

### **2.1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER**

La Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo tienen la necesidad de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Arq° Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio.

De manera que es necesario responder la siguiente interrogante: **¿En qué medida el Estudio Definitivo del Camino Vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo mejorará las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades y anexos?**

## **2.2 OBJETIVOS**

### **2.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el Estudio Definitivo del Camino Vecinal La Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo, que permita el desarrollo socio - económico y cultural de las comunidades que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

### **2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Elaborar el estudio Socio - Económico y cultural de las Comunidades que se encuentran en el Área de influencia del Proyecto.

Elaborar los estudios de ingeniería.  
Efectuar los estudios de impacto ambiental.  
Determinar el costo total del proyecto.

## **2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente Investigación se encuentra justificada por lo siguiente:

Bien sabemos que el transporte es una de las principales actividades que integra a los pueblos y logra el desarrollo Socio - Económico cumpliendo principalmente los siguientes roles:

**Apoyo al Proceso Productivo.**- Integrando los centros de producción con las principales mercado de abastos, posibilitando la comercialización interna y externa.

**Servicios a la Población.**- Facilitando a las personas su acceso a los servicios sociales culturales y Centros de Comercialización.

**Integración Interna.**- Interconectando los diferentes espacios socio - económicos en base al establecimiento de la infraestructura vial de manera de incorporar zonas de fronteras económicas insuficientemente desarrolladas a la economía nacional.

En la jurisdicción de La Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo existen recursos naturales y culturales que posibilitan el desarrollo de actividades de ecoturismo, en un paisaje de belleza natural, con bosques primarios que albergan una gran biodiversidad de flora y fauna.

Entendida así la trascendental importancia de las redes viales y dadas las condiciones socio - económicas actuales de las Comunidades de La Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo debido a que entre otros factores no cuenta con una carretera de acceso rápida, que le permita lograr su desarrollo integral está debidamente Justificado la materialización del presente Proyecto de Tesis.

## **2.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se limita a efectuar el estudio definitivo del Camino vecinal La Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo, lo que demanda

encontrar todos los argumentos justificatorios tanto sociales, económicos y técnicos, que permiten tener un proyecto sustentable para la búsqueda de su financiamiento y ejecución.

Son parte complementaria en el estudio el respeto al derecho de vía del camino ya que existen sembríos a lo largo del trazo y esto dificulta al normal desarrollo del proyecto. Se agrega a ello, que no se cuenta con fotografías aéreas que muestren la configuración del terreno donde está ubicada el camino vecinal en estudio, haciéndolo más laborioso, así como que las precipitaciones son muy constantes y ello ocasiona que los trabajos de campo se atrasen. En fin, muchas variables fueron tomadas en cuenta para el desarrollo de este trabajo.

## **2.5 MARCO TEÓRICO**

### **2.5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, ha elaborado el “Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, documento básico que proporciona la normativa a considerar para la elaboración del presente trabajo de tesis.

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, también ha elaborado las “Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales”, documento que proporciona información referente al detalle de las especificaciones técnicas consideradas que se usan en el presente trabajo.

**VALLE RODAS**, en su Texto de Carreteras, Calles y Aeropistas, nos presenta información sobre los principios generales de mecánica de suelos aplicados a la pavimentación así como métodos de cálculo de pavimentos flexibles.

**RÍOS VARGAS**, en el año 2000, presentó un trabajo denominado: “Diseño Geométrico y Asfaltado de La Avenida Circunvalación - Tarapoto”, por el cual define el diseño de una vía, pero no elabora el Costo del Presupuesto.

**COSVALENTE VELA**, en el año 2005, presentó un trabajo denominado “Asfaltado Jr. Alfonso Ugarte Tarapoto: Presupuesto y Programación, Tramo I: Km 0+000 - Km 1+122.683”.

**PONCE TORRES**, en el año 2010, presentó un trabajo denominado “Estudio definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Tramo: Km 0+000 - Km 2+920”.

## **2.5.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.5.2.1 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS**

#### **2.5.2.1.1 SEGÚN SU FUNCIÓN**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, vías que conforman el mayor porcentaje del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), establece que “por su función las carreteras se clasifican en:

Carreteras de la Red Vial Nacional.

Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional.

Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural”.

#### **2.5.2.1.2 SEGÚN EL SERVICIO**

Asimismo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, según norma establece que, a pesar que las Normas peruanas para Diseño de Carreteras no considera una sub clasificación de los Caminos Vecinales, “la Oficina de Asesoría Técnica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha emitido el proyecto de Normas para el Diseño de Caminos Vecinales que complementa a las Normas Viales vigentes con el propósito de lograr un aprovechamiento más racional de las inversiones”.

“A continuación se detalla la subclasificación de los caminos vecinales y según la cual se considera al presente proyecto como un Camino Vecinal Tipo CV - 3

Camino CV - 1 tráfico de diseño con un IMD entre 100 y 200 veh/día.

Camino CV - 2 tráfico de diseño con un IMD entre 30 y 100 veh/día.

Camino CV - 3 tráfico de diseño con un IMD hasta 30 veh/día.

Trochas carrozables - Sin IMD definido”.

### **2.5.2.2 DERECHO DE VIA**

#### **2.5.2.2.1 ANCHO NORMAL**

El MTC, establece que “La faja de dominio o derecho de vía, dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá hasta 5.00 m más allá

del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o de borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyen”.

#### **2.5.2.2.2 ANCHO MINIMO**

El MTC también precisa que “en zona Urbana el ancho necesario no será menor de 10.00 mts, es decir 5.00 mts. a cada lado del eje.

En zona de Cultivo el ancho requerido no será menor de 15 m.

En zona de Montaña el ancho requerido será de 20 m”.

#### **2.5.2.3 PREVISION DE ENSANCHE**

Asimismo, que “en zonas donde es frecuente el tránsito de animales de carga y ganado que no pueda ser desviado por caminos de herradura, se ampliará la faja de dominio en un ancho suficiente”.

#### **2.5.2.4 DISEÑO GEOMÉTRICO**

##### **2.5.2.4.1 DISTANCIA DE VISIBILIDAD**

El MTC establece que “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”.

##### **2.5.2.4.2 VISIBILIDAD DE PARADA**

Para el MTC “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”.

##### **2.5.2.5 ELEMENTOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO**

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, elaborado por el MTC, indica lo siguiente:

“Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

La velocidad de diseño seleccionada.

La distancia de visibilidad necesaria.

La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de puentes de obras de arte y de los taludes.

La preservación del medio ambiente”.

### **2.5.2.6 ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (en adelante el Manual), elaborado por el MTC, indica lo siguiente:

#### **2.5.2.6.1 CONSIDERACIONES PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

El Manual establece que “el alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los Vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición”.

#### **2.5.2.6.2 CURVAS HORIZONTALES**

También el Manual indica que “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 N° 01 (cuadro N° 3.2.6.1b) 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.

### 2.5.2.6.3 EL PERALTE DE LA CARRETERA

El Manual, elaborado por el MTC, indica lo siguiente: 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 (Rmin) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (emax) y el factor máximo de fricción (fmax) seleccionados para una velocidad directriz (V)<sup>n</sup>. El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R \text{ min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

**Tabla N° 1: Radios Mínimos y Peraltes Máximos en curvas**

**Cuadro N°3.2.6.1b**  
**RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS**

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e(%)	Valor límite de fricción f <sub>max</sub>	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

**FUENTE: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**

## **2.5.2.7 ALINEAMIENTO VERTICAL**

### **2.5.2.7.1 CONSIDERACIONES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL**

El Manual establece que “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.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

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 continua 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.

En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un

desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.

Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas”.

#### **2.5.2.8 PENDIENTE**

El Manual indica que “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%”.

#### **2.5.2.9 SECCIÓN TRANSVERSAL**

##### **2.5.2.9.1 CALZADA**

El Manual indica que “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 la Tabla N° 2 (cuadro N° 3.5.1.a), 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 N° 2: Ancho mínimo de calzada en tangente.**

**CUADRO N° 3.5.1.a**  
**ANCHO MÍNIMO DESEABLE DE LA CALZADA EN TANGENTE (en metros)**

Tráfico IMDA	<15	16 á 50		51 á 100		101 á 200	
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

\* Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

\*\* Carreteras con predominio de tráfico pesado.

**FUENTE: MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**

Asimismo, el Manual precisa que “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”.

Para determinar el ancho de la calzada en un tramo en curva, deberán considerarse las secciones indicadas en el cuadro N° 3.5.1.a. Estarán provistas de sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 3 (cuadro N° 3.2.7).

**Tabla N° 3: Sobre Ancho de Calzada (m)**

**CUADRO N° 3.2.7  
SOBRE ANCHO DE LA CALZADA EN CURVAS CIRCULARES (m)  
(Calzada de dos carriles de circulación)**

Velocidad directriz 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	0.70	0.55	0.39	0.30	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	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.10	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	0.50	0.43	0.33	0.27

\* Para Radio de 10 m se debe usar plantilla de la maniobra del vehículo de diseño

**FUENTE: MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**

### 2.5.2.9.2 BERMAS

El Manual indica que “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 a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 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%”.

### 2.5.2.9.3 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.

#### 2.5.2.9.3.1 SOBREANCHO

Según el Manual para Diseño Geométrico de Carreteras, “se define al Sobreancho, como el ancho adicional que se debe dar a la superficie de rodadura en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido, al contrarrestar la fuerza centrífuga que se genera en los vehículos”.

El sobreancho varía según el tipo de vehículo considerado, ya que es función de la distancia entre ejes del mismo. Para el tramo en estudio se ha tomado un valor de 6.00 mts., que corresponde a la distancia entre ejes de un camión, ya que este es el medio de transporte más utilizado en las zonas de cultivo.

El sobreancho se obtiene de la fórmula:

$$S = n \times \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{Vd^2}{10R} \dots\dots (2)$$

Donde:

S = Sobreancho

n = Número de carriles

Vd = Velocidad Directriz

L = Distancia entre ejes del vehículo

R = Radio de la curva

#### 2.5.2.9.4 PLAZOLETAS

El Manual establece que “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.

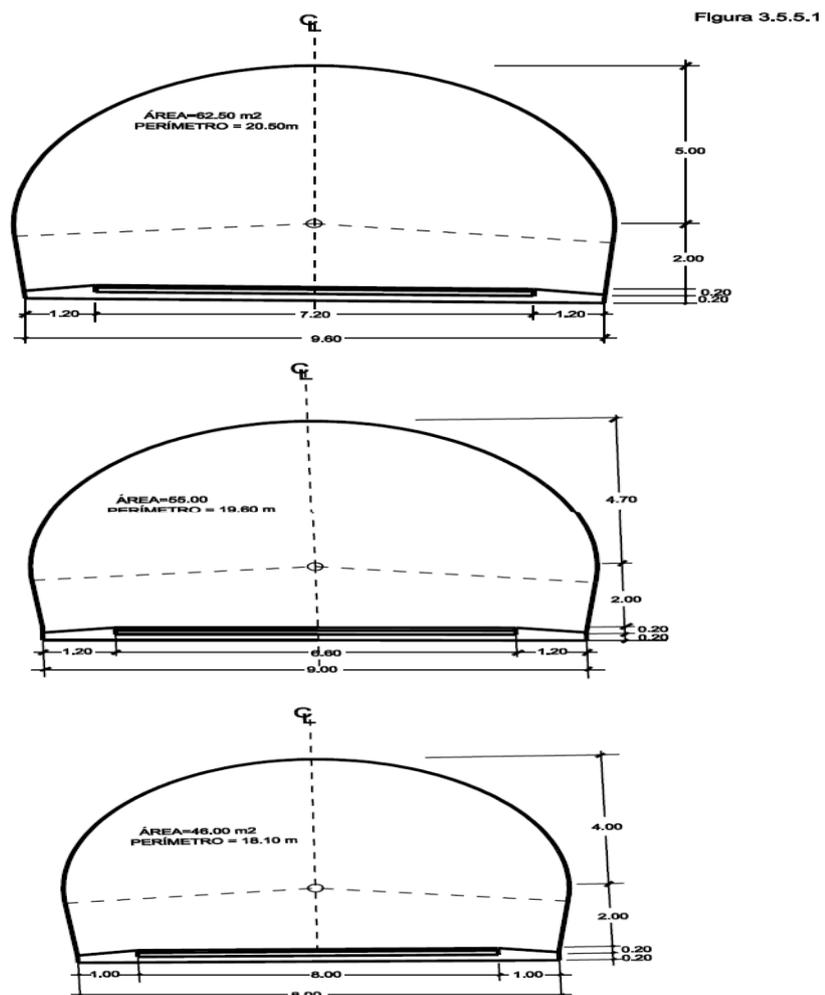
La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma”.

### 2.5.2.9.5 DIMENSIONES EN LOS PASOS INFERIORES

El Manual establece que “la altura libre deseable sobre la carretera será de por lo menos 5.00 m. En los túneles, la altura libre no será menor de 5.50. Ver figura N° 1 (figura 3.5.5.1).

Cuando la carretera pasa debajo de una obra de arte vial, su sección transversal permanece inalterada y los estribos o pilares de la obra debajo de la cual pasa deben encontrarse fuera de las bermas o de las cunetas eventuales agregándose una sobreberma no menor a 0.50 (1.50 deseable)”.

**Figura N° 1: Altura Libre en Túneles.**



FUENTE: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

### 2.5.2.9.6 TALUDES

Según el Manual “los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes”.

Los valores de la inclinación de los taludes en corte y relleno serán de un modo referencial los indicados en la Tabla N° 4 (Cuadro N° 5.2.1) y Tabla N° 5 (Cuadro N° 5.2.2) respectivamente, como se indica:

**Tabla N° 4: Taludes de Corte**

**CUADRO N° 5.2.1  
TALUDES DE CORTE**

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

(\*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere análisis de estabilidad

**FUENTE: MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**

**Tabla N° 5: Taludes de Relleno**

**Cuadro N° 5.2.2**

<b>TALUDES DE RELLENO</b>			
<b>MATERIALES</b>	<b>TALUD ( V : H )</b>		
	<b>H &lt; 5</b>	<b>5 &lt; H &lt;10</b>	<b>H &gt;10</b>
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere análisis de estabilidad

**FUENTE: MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**

#### **2.5.2.9.7 SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA**

Según el Manual “la figura N° 2 (figura 3.5.7.1) ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho la estabilización del talud de corte y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno.

Ambos detalles por separado, grafican en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso carreteras en cortes cerrados y, en el segundo caso de carreteras en relleno”.

Figura Nº 2: Sección Típica de una Carretera a Media Ladera.

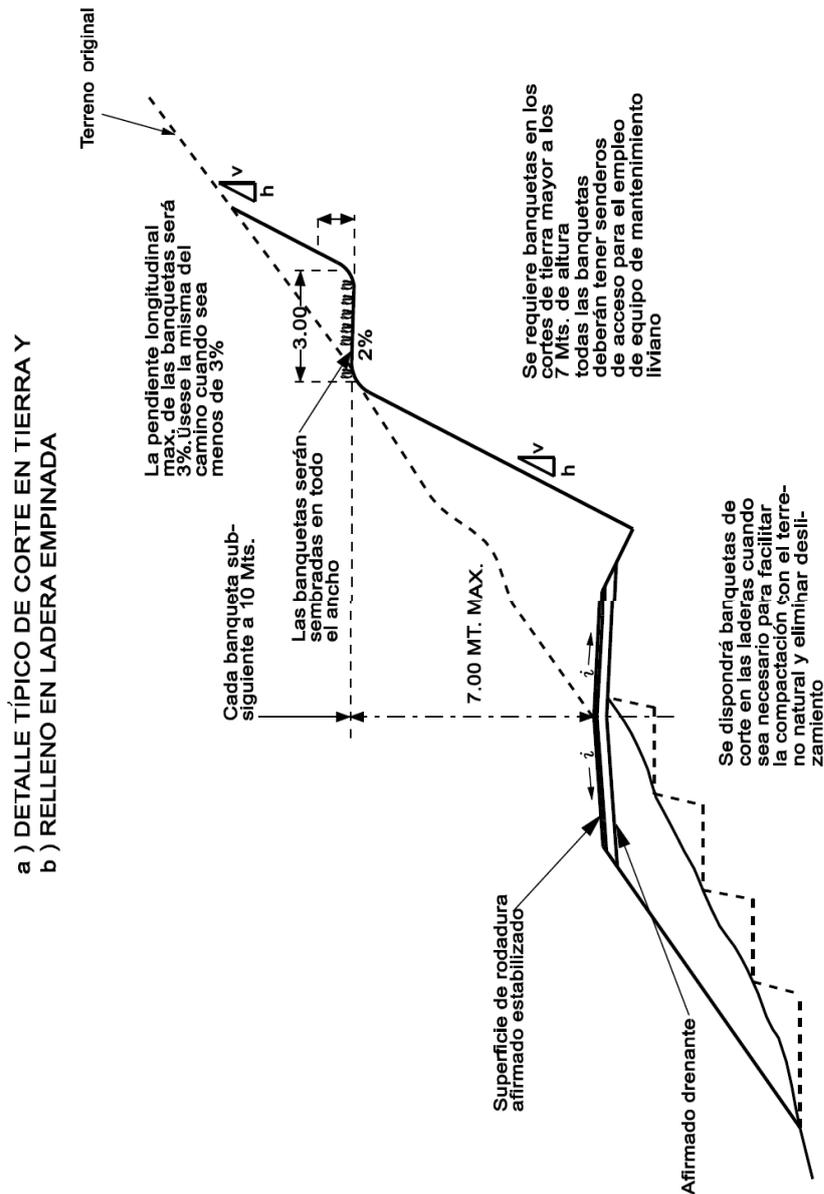


Figura 3.5.7.1

FUENTE: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

### 2.5.2.10 COMPOSICIÓN DE TRÁFICO

Según el Manual, “el método aproximado consiste en determinar un factor de composición de tráfico (M) basado en tres categorías de porcentajes de camiones (Bajo, Mediano y Alto) y tres categorías de rango probable de la distribución de ejes de carga (Liviano, Mediano y Pesado), de los camiones. Los valores del factor de

composición de tráfico (M); están tabulados en el cuadro N° 03

Una vez estimado el factor M, el cálculo de N de ejes equivalentes a 18 kips, durante el primer año y durante el periodo de diseño (en función de la tasa de crecimiento), se realiza en forma convencional”.

#### **2.5.2.11 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE RASANTE**

Para el Manual, “el suelo de rasante es la capa superficial de las explanaciones y sobre el que se construye la estructura del pavimento.

El diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de la resistencia mecánica de este suelo. Las curvas de diseño mostrados en la Fig. SHNE-04 se basan en el indicador de la resistencia del suelo más difundido y que es el Valor Soporte de California o C.B.R. (California Bearing Ratio)”.

#### **2.5.2.12 ESPECIFICACIONES PARA MATERIAL DE LASTRADO**

##### **2.5.2.12.1 GRANULOMETRÍA**

Se podrán utilizar los usos granulométricos de los materiales a emplearse como lastrado, siendo estos los siguientes:

**Tabla N° 6: Granulometría para Material de Afirmado**

<b>MALLA N°</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
2	100	100	--	--
1	--	75-95	100	100
3/8	30-65	40-75	50-85	60-100
4	25-55	30-60	35-65	50-85
10	15-40	20-45	25-50	40-70
40	8-20	15-30	15-30	25-45
200	2.8	5-15	5-15	8-15

**FUENTE: M.T.C: Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales.**

Tendrá una tolerancia de:

6% máximo deberá retener la malla de 2”

40% máximo deberá pasar la malla de 4”

Resultados:

CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca = 45%

El valor calculado Indica que los materiales a usarse en la construcción del pavimento deberá tener un CBR al 100% de la Densidad Máxima del 65% como mínimo.

#### **2.5.2.12.2 REQUISITO PARA EL MATERIAL DE LASTRADO**

En general, los materiales granulares que conforman las capas del pavimento lastrado deberán tener las siguientes características:

“El tamaño máximo del agregado debe tener entre 2” con el objetivo de facilitar el mantenimiento, aumentar la resistencia y la durabilidad de capa, así como para mejorar el rodamiento de los vehículos.

El porcentaje pasante del tamiz N0 200 debe de estar entre 10 y 25% según sea el tamaño máximo del agregado, con la finalidad de reducir la permeabilidad de la capa y disminuir la infiltración de agua de las capas inferiores.

Los finos en una capa granular de rodadura sin revestimiento deben poseer un índice de plasticidad adecuado ya que los finos plásticos sirven como material cementante y ligante de la matriz granular, aumentando la durabilidad de la capa y reduciendo la pérdida del material de rodadura.

La capa del pavimento afirmado estará constituido por gravas naturales sin triturar, mezclados con la cantidad necesaria de finos locales para satisfacer la granulometría y plasticidad requeridas. Estas mezclas deberán experimentarse valores de CBR mayores de 65%, para ensayos de laboratorio en muestras moldeados al 100% de la máxima densidad Próctor (AASHTO 1-180), y dentro de un rango de contenido de humedad del 3% así mismo las pérdidas observadas en los ensayos de abrasión en la Máquina de los Ángeles no deberán tener pérdida al desgaste mayores al 50%.

En cuanto a las consideraciones constructivas de compactación, la capa de pavimento deberá tener una densidad mayor o igual al 95% de la densidad máxima obtenida según el ensayo Próctor Modificado (Norma AASHTO 1-1 80-D)”.

## **2.5.2.13 ESTUDIO HIDROLOGICO**

### **2.5.2.13.1 INTRODUCCIÓN**

El Manual indica que “el drenaje superficial del camino vecinal tiene por finalidad manejar en forma adecuada el agua proveniente de las precipitaciones, así mismo evitar el deterioro de la carretera para lograr un adecuado mantenimiento a fin de brindar un buen servicio de transporte.

El manejo de agua se logra haciendo uso de un adecuado diseño y dimensionamiento de estructura hidráulica y estructura de la carretera. Si hablamos de estructura de la carretera nos referimos a bombeos y pendientes”.

### **2.5.2.13.2 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE ESCORRENTÍA**

El Manual indica que “las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidos mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características del clima de la zona donde está ubicado el camino vecinal y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

El método de estimación de los caudales asociados a un periodo de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria.

Cuando las cuencas son pequeñas se considera apropiada la aplicación del método de la FORMULA RACIONAL, para la determinación de los caudales. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en el que el tiempo de concentración es igual o menos a 6 horas. El tiempo de recorrido del flujo en el sistema de cauces de una cuenca, o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación se puede deducir por la formula”:

$$T= 0.3 (L/J^{1/4})^{3/4} \dots\dots\dots (3)$$

Siendo:

T= Tiempo de concentración en horas

L= Longitud del cauce principal en Km

J= Pendiente media

Esta fórmula no es aplicable al flujo sobre la plataforma del camino dado que este flujo es difuso y lento. Cuando se disponga de información directa sobre niveles o cualidades de la avenida, se recomienda comparar los resultados obtenidos del análisis con dicha información.

Asimismo, el Manual indica que “el caudal del diseño que desagüe de una cuenca pequeña se obtendrá mediante la Fórmula Racional”

$$Q = CIA/3.6 \quad \dots \quad (4)$$

Siendo:

Q= Caudal m<sup>3</sup>/seg.

I= Intensidad de la precipitación pluvial máxima previsible, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración y a un periodo de retorno dado, en mm/h

A= Área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

C=Coeficiente de escorrentía

Para el pronóstico de los caudales, el procedimiento racional requiere contar con la familia de curvas, Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF). En nuestro país debido a la escasa información pluviográfica con que se cuenta difícilmente pueden elaborarse esas curvas. Ordinariamente, solo se cuenta con información de lluvias máximas en 24 horas por lo que el valor de la intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración; en el siguiente cuadro se muestran coeficientes de duración entre una hora y 48 horas, lo mismo que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad cuando no se disponga de mejor información.

**Tabla N° 7: Coeficientes de Duración Lluvias entre 48 horas y 1 hora**

<b>Duración de la Precipitación en Horas</b>	<b>Coeficiente</b>
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.5
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79

14	0.83
16	0.87
18	0.9
20	0.93
22	0.97
24	1
48	1.32

**Fuente:** M.T.C.: Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito

Asimismo, según el Manual, “el coeficiente C, de la formula racional, puede determinarse con la ayuda de las Tablas N° 8 y 9”:

**Tabla N° 8: Valores para la Determinación del Coeficiente de Escorrentía**

CONDICION	VALORES			
1. Relieve de Terreno	K1= 40 Muy accidentado pendiente superior al 30%	K1= 30 Accidentado pendiente entre 10% y 30%	K1= 20 Ondulado pendiente entre 5% y 10%	K1= 10 Llano pendiente inferior al 5%
2. Permeabilidad del Suelo	K2= 20 Muy impermeable  roca sana	K2= 15 Bastante impermeable arcilla	K2= 10 Permeable	K2= 5 Muy permeable
3. Vegetación	K3=20 Sin vegetación	K3= 15 Poca menos del 10% de la superficie	K3= 10 Bastante Hasta el 50% de la superficie	K3= 5 Mucha hasta el 90% de la superficie
4. Capacidad de Retención	K4= 20 Ninguna	K4= 15 Poca	K4= 10 Bastante	K4= 5 Mucha

**Fuente:** M.T.C.: Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito

**Tabla N° 9: Coeficientes de Escorrentía**

<b>K= K1+K2+K3+K4*</b>	<b>C</b>
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

**Fuente: M.T.C.: Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito**

Además, según el Manual “para la determinación del coeficiente de escorrentía también podrán tomarse como referencia, cuando sea pertinente, los valores mostrados en la Tabla N° 10”:

**Tabla N° 10: Coeficiente de Escorrentía**

<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTIA</b>
Pavimento Asfáltico y concreto	0.70 - 0.95
Adoquines	0.50 - 0.70
Superficie de grava	0.15 - 0.30
Bosques	0.10 - 0.20
Zonas de vegetación densa	
Terrenos granulares	0.10 - 0.50
Terrenos arcillosos	0.30 - 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 - 0.80
Zonas cultivadas	0.20 - 0.40

**Fuente: M.T.C.: Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito**

Asimismo, para el cálculo de la velocidad y del caudal en un canal con régimen hidráulico uniforme, se puede emplear la fórmula de Manning:

$$V= R^{2/3} s^{1/2} / n \dots\dots\dots (5)$$

$$Q= V*A \dots\dots\dots (6)$$

$$R= A/P \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

Q= Caudal en m3/s

V= Velocidad media m/s

A= Área de la sección transversal ocupada por el agua m<sup>2</sup>

P= perímetro mojado m

R= Radio hidráulico m

S= Pendiente del fondo m/m

n= Coeficiente de rugosidad de Manning (ver Tabla N° 11)

**Tabla N° 11: Valores del Coeficiente de Manning**

<b>TIPO DE CANAL</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
Tubo metálico corrugado	0.021	0.024	0.030
Tubo de concreto	0.010	0.015	0.020
Canal revestido en concreto alisado	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin alisar	0.014	0.017	0.020
Canal revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.030
Canal sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.030
Canal sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.040
Canal sin revestir en roca irregular	0.035	0.040	0.050
Canal sin revestir con maleza tupida	0.050	0.080	0.012
Río en planicie de cauce recto sin zonas con piedras y malezas	0.025	0.030	0.035
Ríos sinuosos o torrentosos con piedras	0.035	0.040	0.600

**Fuente: M.T.C.: Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito**

### **2.5.2.13.3 PERÍODO DE RETORNO**

Según el Manual, “la selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial, está relacionado con la probabilidad de riesgo que dicho caudal sea excedido durante el cual se diseña la obra de arte o drenaje. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores, y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años está relacionado con la frecuencia histórica de su aparición o con el período de retorno”.

En la Tabla N° 12, se muestran los valores del riesgo de excedencia del caudal de diseño, durante la vida útil del elemento de drenaje para diversos períodos de retorno.

**Tabla N° 12: Riesgo de Excedencia (%) durante la Vida Útil para Diversos Periodos de retorno**

Periodo de Retorno (años)	Años de Vida Útil				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	57.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.54%	74.84%	82.12%	96.82%	99.41%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	98.31%
25	33.52%	55.80%	63.96%	87.01%	86.31%
50	18.29%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.30%	18.14%
1000	1.00	1.98%	2.47%	4.88%	9.52%
10000	0.10	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

**Fuente: M.T.C.: Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito**

Asimismo, el Manual indica que “se recomienda adoptar períodos de retorno no inferiores a 10 años para las cunetas y para las alcantarillas de alivio. Para las alcantarillas de paso el retorno aconsejable es de 50 años. Para los pontones y puentes el período de retorno no será menos de 100 años. Cuando sea previsible que se produzcan daños catastróficos en caso que se excedan los caudales de diseño, el período de retorno podrá ser hasta de 500 años a más”. En la Tabla N° 13 (Cuadro N° 4.1.1.b), se indican períodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje.

**Tabla N° 13: Periodos de Retorno para Diseño de Obras de Drenaje en Caminos de Bajo Volumen de Tránsito**

<b>TIPO DE OBRA</b>	<b>PERÍODO DE RETORNO EN AÑOS</b>
Puentes y Pontones	100
Alcantarillas de Paso	50
Alcantarillas de Alivio	10 – 20
Drenaje de Plataforma	10

**Fuente: M.T.C.: Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito**

#### **2.5.2.14 ESTUDIO DE PAVIMENTOS**

El método empleado para el diseño del pavimento fué el establecido por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano (U. S. Army Corps of Engenieers - **USACE**), para el dimensionamiento de caminos afirmados.

“El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los E.E.U.U. ha acumulado una gran experiencia en el diseño y compartimiento de caminos de bajo volumen de tránsito y aunque la mayor parte concierne a la transitabilidad de vehículos militares y aviones, la experiencia de la USACE incluye caminos de tierra, de grava y aquellos que poseen tratamientos bituminosos como Superficie de Rodadura, alternativa a tenerse en cuenta en el presente estudio debido a un factor igualmente fundamental, sobre todo por su incidencia en el aspecto económico y el nivel de importancia de la vía.

Por tratarse de una carretera con características de bajo volumen de tránsito, el diseño de la estructura tendrá en consideración criterios más que todo de serviciabilidad mínima.

El método que será empleado para el diseño del espesor del pavimento es el establecido por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano (U.S. Army Corps of Engineers). En este método se contempla la utilización de una capa de material granular de cierta plasticidad que a la vez cumple la función, de capa de rodadura, permitiendo obtener un nivel de servicio adecuado, considerándose periodos de diseño entre 5 a 10 años. La capa granular puede estar constituida por materiales que pueden tener calidad de Sub-base ó Base dependiendo de su Capacidad de Soporte (CBR).

La metodología de la USACE, considera que los factores tomados en cuenta para determinar el espesor de la capa de rodadura son:

El valor soporte de California o CBR, de la subrasante.

La intensidad del tránsito, en número de ejes simples equivalentes al eje estándar de 18,000 libras de carga, en el período de diseño

Un factor adicional considerado en el método propuesto es el concerniente a la calidad de los materiales a emplearse. Para ello se verifica el CBR que debe tener la capa del pavimento en función del Tráfico, CBR de la Subrasante y espesor requerido”.

La carga y el volumen de tráfico juegan un rol importante en el diseño estructural de pavimentos, particularmente cuando ambos factores tienden hacia valores mínimos, su importancia como parámetro de diseño es relativo. Por ello, es raramente justificable realizar un complejo y preciso análisis de tráfico para camiones de bajo volumen, con menos de 50 vehículos por ida.

No obstante siempre es recomendable tratar de establecer datos realistas, para cada caso específico, sobre todo si el tráfico proyectado es mayormente pesado.

Por otro lado, es común la carencia de un registro sistemático de datos en caminos de bajos volúmenes, que permiten efectuar análisis de tráfico exhaustivo, como sería deseable. En caso el conteo de tráfico tomado solamente circulen un número mínimo de 3 vehículos, tomando en consideración este aspecto y que en realidad los requerimientos de espesores de diseño para pavimentos tienen una variación poco sensible para valores bajos de repeticiones del eje de carga equivalente, se aplicará para fines de análisis de tráfico un método aproximado.

Tomando en consideración los criterios procedentes, los resultados de los ensayos de laboratorio, las observaciones de campo la experiencia acumulada en estudios anteriores para el análisis del CBR de la subrasante se tomará un CBR Promedio de  $9.997\% = 10.00\%$  para el diseño.

### 2.5.2.15 DISEÑO ESTRUCTURAL

Para el cálculo de Ejes Equivalentes (N 18) se dispone de la siguiente información:

Tipo de Pavimento	:	Afirmado
Carriles	:	1
Tráfico diario estimado proyectado	:	50 vpd
Tasa de crecimiento	:	4.6%
Período de diseño	:	5 años
Tráfico Pesado	:	<15%

Se determina el número total de repeticiones del eje equivalente de 18 kips. Usando el método aproximado. Para entrar a la Tabla N° 4 y determinar el factor del tráfico mixto (M), se establece:

Porcentaje de Camiones	:	<15%
Distribución de carga	:	Medio
Tráfico Mixto (M) (Tabla N° 4)	:	46 (una sola vía).

El Número total acumulado de ejes equivalentes a 18 kips (N 18), durante el período de diseño es:

N 18 (n años)	=	$[TPD \times M](1+i)^n$
N18 (5años)	=	$[50 \times 46 \times 1](1+0.046)^5$
N18 (5 años)	=	$(50 \times 46) 12.20$
N18	=	28,060
Coefficiente de equivalencia	=	1.7819
N18	=	50,000 Ejes equivalentes

Con los valores establecidos para el tráfico (N 18) y la capacidad de soporte de la subrasante (CBR), se determina el espesor de la capa de pavimento afirmado (escala del lado derecho), empleando la curva "B" del gráfico de diseño (Figura N° 03) con los siguientes datos de cálculo:

$$CBR = 10.00 \%$$

$$N18 = 50,000 \text{ ejes equivalentes}$$

Se obtiene el espesor del pavimento.

Deben tomarse en consideración la información que presenta la Tabla N° 14 y Tabla N° 15 y la Curva de Diseño expresada en la Figura N° 3. Veamos:

**Tabla N° 14: Factor de Composición de Trafico (M)\***

Distribución de carga (N 18 por camión)	Porcentaje de camiones		
	Bajo (Menores de 15%)	Medio (15 - 25%)	Alto (Más de 25%)
Ligero (menos 0.75)	9	18	27
Medio (0.75 - 1.50)	23	46	69
Pesado (más de 1.5)	37	73	110

(\*) Los valores presentados corresponden al caso de camiones con dos carriles y deben ser duplicados por vías de un carril.

**FUENTE: Libro Carretera, Calles y Aeropista: Ing. Raúl Valles Rodas**

#### 2.5.2.16 TIPOS DE TRÁNSITO

Según el autor del Libro Carretera, Calles y Aeropistas del Ing. Raúl Valles Rodas:

Los diferentes tipos de transito que se considera para el método de espesores de afirmado son los siguientes:

**Tránsito Ligero (Liviano):** Es aquel que tiene un tránsito comercial menor de 50 camiones y autobuses diarios.

**Tránsito Mediano:** Aquel cuyo tránsito comercial está comprendido entre 50 y 300 camiones y autobuses diarios.

**Tránsito Pesado:** Aquel que tiene un tránsito comercial mayor de 300 camiones y autobuses diarios.

En todo los casos que se vienen de describir, se supone que un máximo del 15% de vehículos, tiene una carga por rueda de 9,000 las. (4,086 Kilogramos).

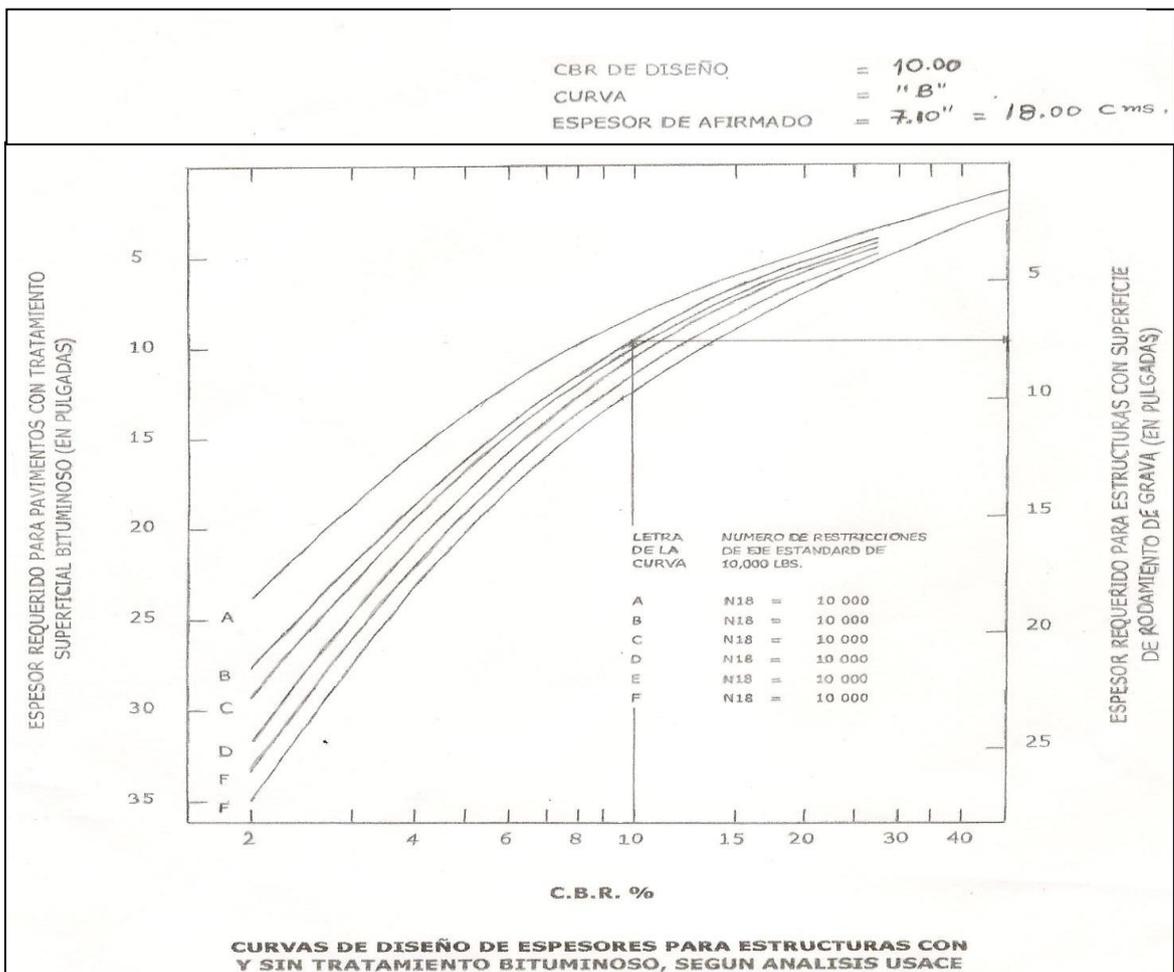
**Tabla N° 15: CBR Requerido para el Material de Afirmado**

Número de ejes Equivalente a 18,000 las (N16)	CBR (%) de la subrasante	Espesor del afirmado (Pulgadas)								
		6	9	12	15	18	21	24	27	30
10,000	2	96	62	48	40	34	31	28	26	24
	4	78	50	36	32	28	25	23	21	20
	6	69	44	34	28	25	22	20	19	17
	8	63	41	31	26	23	20	18	17	16
	10	59	38	29	25	21	19	17	16	15
	15	52	33	26	21	19	17	15	14	13
	20	48	31	24	20	17	15	14	13	12
50,000	2	147	95	73	61	53	47	43	40	37
	4	119	77	59	49	43	38	35	32	30
	6	105	8	52	43	38	34	31	28	27
	8	96	62	48	40	35	31	28	26	24
	10	90	58	45	37	2	29	26	24	23
	15	79	51	39	33	28	25	23	21	20
	20	73	47	36	30	26	23	21	20	18
100,000	2	178	114	87	73	63	57	52	48	45
	4	143	92	71	59	51	46	42	39	36
	6	126	82	63	52	45	41	37	34	32
	8	116	75	57	48	41	37	34	31	29
	10	108	70	54	46	39	35	32	29	27
	15	95	62	57	39	34	31	28	26	24
	20	87	56	43	36	31	28	23	24	22
500,000	2	270	175	134	111	97	87	79	73	68
	4	219	141	180	90	78	70	64	59	55
	6	194	125	96	80	69	62	57	52	49
	8	177	115	88	73	64	57	52	48	45
	10	166	107	82	68	59	53	48	45	42

1'000.000	15	146	94	72	60	52	47	43	40	37
	20	134	862	66	55	48	43	39	36	34
	2	325	10	161	134	116	104	95	88	82
	4	263	170	130	108	94	84	77	71	67
	6	233	150	115	96	83	75	68	63	59
	8	213	138	106	88	76	68	62	58	54
	10	199	129	99	82	71	64	58	54	50
	15	176	114	87	72	63	56	51	48	44
	20	161	104	80	66	58	52	47	44	41

FUENTE: U.S. Army Corps of Engeniers

Figura N° 3: Curvas de Diseño de Espesores para Estructuras con y sin Tratamiento Bituminosos, Según Análisis USACE



FUENTE: U.S. Army Corps of Engeniers

### **2.5.2.17 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El estudio de Impacto ambiental para el Mejoramiento del Camino Vecinal CC.NN. Pucallpa – CC.NN. Alto Pucalpillo, se ejecutó dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales

Según el Manual “el objetivo del Informe de Evaluación Ambiental (IEA) es identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales positivos y negativos que pueden ocurrir por el Mejoramiento y operación del camino vecinal, y sobre esta base proponer medidas adecuadas para prevenir, mitigar o corregir los impactos negativos, así como para fortalecer los impactos positivos; a fin de lograr que esta obra se realice y opere en armonía con la conservación del ambiente.

Lo que se realizará en el estudio de impacto ambiental, será lo siguiente:

Analizar y desarrollar el Marco Legal e Institucional, referente a los aspectos relacionados con la ejecución del proyecto de mejoramiento de camino vecinal.

Elaborar el estudio de Línea Base, evaluando el estado actual del medio ambiente en el que se desarrollará el proyecto de camino vecinal.

Identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales potenciales directos e indirectos, que las obras de mejoramiento y rehabilitación pueden ocasionar en los componentes del medio ambiente.

Diseñar el Plan de Manejo Socio Ambiental, en la cual se incluyen las medidas adecuadas para evitar y/o mitigar los impactos negativos directos e indirectos”.

#### **Metodología**

Se ejecuta mediante la secuencia de las siguientes actividades:

Descripción del proyecto: comprende el análisis de los diseños, procesos y actividades del proyecto, ya sea durante su mejoramiento así como durante su operación.

Evaluación sistemática: Comprende la caracterización ambiental del área por donde discurre el Camino vecinal, y su ámbito de influencia, mediante la identificación de sus componentes ambientales.

Análisis Ambiental: Comprende la identificación y evaluación de las probables alteraciones que puedan ocurrir, como resultado de los trabajos de Mejoramiento y su repercusión en parámetros ambientales.

Gestión Ambiental: Se establece dentro del marco de las leyes y normatividad vigentes así como de la responsabilidad de las organizaciones competentes. En tal sentido se estipulan las acciones a desarrollar en el marco del plan de manejo ambiental.

### **2.5.3 MARCO CONCEPTUAL: DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, elaborado por el MTC, define lo siguiente:

**Sistema Nacional.**- Que corresponde a la red de carreteras de interés Nacional y que une los puntos principales de la Nación con sus Puertos y Fronteras.

**Sistema Departamental.**- Compuesto Por aquellas carreteras que constituyen la red vial circunscripta a la zona de un Departamento.

**Sistema Vecinal.**- Es el conformado por aquellas carreteras de carácter local y que une las aldeas y pequeñas Poblaciones entre sí.

**Carreteras Duales.**- Para IMD mayor de 4,000 Veh./día, consisten en carreteras de calzadas separadas

**Carreteras de 1° Clase.**- Para IMD comprendido entre 2,000 y 4,000 Veh/día

**Carreteras de 2° Clase.**- Para IMD comprendido entre 400 y 2,000 Veh/día.

**Carreteras de 3° Clase.**- Para IMD hasta 400 Veh./día

**Trocha Carrozable.**- No identifica IMD, constituye una clasificación aparte, pudiéndosele definir como aquellos caminos a los que les falta requisitos para poder ser clasificados en tercera clase.

**Visibilidad de Parada.**- Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo a una velocidad directriz.

**Pendiente.**- Cuesta o declive de un terreno, Angulo que forma un plano o línea con los horizontes.

**Alcantarilla.-** Paso bajo conducto para circular las aguas, acueducto subterráneo para recoger las aguas.

**Cantera.-** Sitio al aire libre o subterráneo de donde se extrae agregados grueso o fino otros materiales para la construcción.

**Cubicación de Tierras.-** En base a las secciones transversales se procede al areado de las mismas, separando las áreas de corte, de relleno y de muro. Luego se realiza la cubicación de tierras mediante el método de volúmenes mixtos.

**Metrado.-** Los resultados de la cubicación de tierras, y según la clasificación de los mismos se traspasan a los formularios especiales que se adjuntaran al presente estudio, siendo éste el metrado de la carretera

#### **2.5.4 MARCO HISTORICO**

Sabemos que las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos. En ese sentido, el desarrollo de una nación depende en gran medida de la extensión y el estado de su red vial. En efecto, los caminos y carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y carga, que repercuten directamente en el progreso social, político y social.

En el Departamento de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación. El tramo de carretera existente entre las Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo en el Distrito de Shanao presenta en la actualidad los problemas que generan atraso.

Este proyecto ha sido largamente acariciado y oferta de políticos mentirosos que lo han tomado como caballito de batalla electoral, pero no hicieron nada por atender esta necesidad.

## **2.6 HIPOTESIS**

La ejecución del **Estudio Definitivo del Camino Vecinal de La Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpillo** permitirá contar con el Expediente Técnico para tramitar el financiamiento y que al ser ejecutado mejorará las condiciones socio - económicas de las poblaciones aledañas al proyecto.

### **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 y Caminos de la Región San Martín

**Población:** Carreteras y Caminos de la provincia de Lamas

**Muestra:** Camino Vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa.

### 3.2.2 SISTEMA DE VARIABLES

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

#### **Variable Independiente:**

Infraestructura vial existente.

Aplicación de estudios de ingeniería.

#### **Variables Dependientes:**

Estudio Definitivo del Camino Vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo.

#### **Variables Intervinientes:**

Accesibilidad al área de estudio.

Actividad agrícola.

Costo de la producción.

Nivel educativo, cultura.

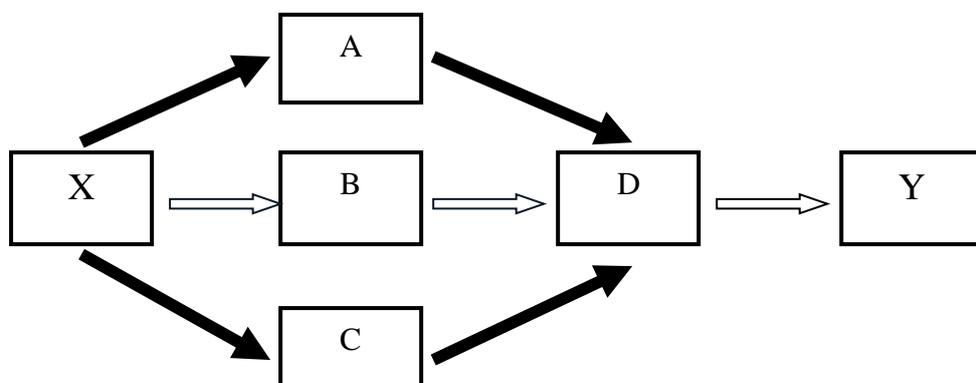
Aplicación de normas técnicas.

### 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.

Los datos recopilados del estudio de suelos y de cantera en campo deberán ser sometidos a distintos tipos de Ensayos los cuales se llevarán a cabo en las instalaciones de Laboratorio de suelos, concreto y asfalto.,

#### **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.

Con respecto al estudio de suelos realizado se utilizó el CBR en el diseño del espesor del pavimento y la calidad del agregado en la conformación de la subrasante y afirmado, los cuales se presentan en los diferentes anexos del presente estudio.

### **3.2.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS**

El método empleado para el Estudio Socioeconómico consistió en recurrir a fuentes existentes sobre la producción agrícola de la zona, población beneficiaria, existencia de servicios educativos, de salud y otros, elaborando los cuadros respectivos.

El análisis se hizo a través del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, aprobado con Resolución Ministerial N° 303-2008-

MTC/02 del 04/04/2008, así como la interpretación de los distintos ensayos a realizarse, se utilizó las Normas ASTM.

El método empleado para el Estudio de Impacto Ambiental, para el Mejoramiento del Camino Vecinal CC.NN. Pucallpa – CC.NN. Alto Pucalpilló, se ejecutó dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales.

El método empleado para el diseño del pavimento fue el establecido por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano (U.S. Army Corps of Engineers - USACE), para el dimensionamiento de caminos afirmados.

Para el estudio hidrológico se utilizó el método de la FORMULA RACIONAL, para la determinación de los caudales (método directo o de Aforo).

### **3.2.7 INFORMACION DEL PROYECTO: DISEÑO OBTENIDO**

#### **3.2.7.1 DETALLES DE EJECUCION DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES**

La sección transversal que se ha optado, está en función a la velocidad directriz del camino vecinal. Esto significa después del ancho de la calzada al borde del talud viene directamente la cuneta.

#### **3.2.7.2 TRAZO DEL PERFIL LONGITUDINAL**

##### **3.2.7.2.1 PERFIL LONGITUDINAL EXISTENTE Y PROPUESTO**

Tratándose de una obra de mejoramiento y lastrado la rasante propuesta en gran parte se adapta a la forma del terreno.

##### **3.2.7.2.2 PENDIENTES**

Las pendientes fuertes en algunas curvas verticales, han sido reducidas con algunos cortes en el terreno tratando de ajustarse a los valores recomendados por las normas de diseño de caminos vecinales.

#### **3.2.8 CRITERIO GENERAL DE APLICACIÓN**

Se ha considerado en lo posible las características técnicas de la vía existente, tales como radios mínimos, trazo en planta y la limpieza de las obras de drenaje existentes.

La Velocidad Directriz, es la escogida para el diseño de un tramo determinado de la carretera, de acuerdo a las características del terreno sobre el cual se desarrolla esta y en concordancia con la necesidad de evitar un excesivo movimiento de tierras, preservando las condiciones de seguridad. En nuestro tramo la topografía sobre la cual se desarrolla el camino vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo, corresponde a una topografía ondulada, por lo que en cumplimiento de las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras la velocidad adoptada es de 25-35 Km/hora. Veamos:

Categoría	:	3ra clase
Velocidad Directriz	:	25 – 35 Km/hora
Longitud	:	4,141 metros.
Ancho de Superficie de rodadura:	:	4.00 metros.
Cunetas	:	1.00 x 0.50 m.
Sobreancho	:	De acuerdo a Normas.
Peralte	:	De acuerdo a Normas
Radio mínimo	:	15.00 m
Radio Excepcional	:	10.00 m.
Radio Máximo	:	250.00 m
Pendiente Máxima	:	+8.96 %
Pendiente Mínima	:	- 0.08 %
Curvas Verticales	:	De acuerdo a Normas.
Talud de Corte	:	2:1
Talud de Relleno	:	1: 1.5
Bombeo	:	2 %

### **3.2.9 EXCEPCIONES CONSENTIDAS**

Teniendo una velocidad directriz de 30.00 Km/Hora, el tramo no cuenta con algunas excepciones consentidas.

### **3.2.10 ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

El alineamiento horizontal permitirá conservar siempre la velocidad directriz de diseño. No se ha realizado variantes del trazo en la carretera por lo que todo el tramo se debe considerar el mejoramiento de la vía en sus condiciones actuales.

### **3.2.11 CURVAS HORIZONTALES**

#### **3.2.11.1 RADIOS MINIMOS NORMALES**

Según las Normas de Diseño de Carreteras, se determina el radio mínimo excepcional.

Radio Mínimo normal 15 m.

Radio Mínimo excepcional 12 m.

Para el caso del presente proyecto, el radio mínimo proyectado es de 15.00 m.

#### **3.2.11.2 HOMOGENEIDAD DEL TRAZO**

Se diseña un alineamiento en el cual las condiciones sean consistentes. Se evita tanto como sea posible los cambios súbitos en el alineamiento. Teniendo en cuenta que las tangentes largas se conectarán con curvas suaves, y las curvas cortas y agudas no se combinarán con curvas largas de pequeña curvatura.

En la zona la pendiente presenta el mayor problema porque el alineamiento horizontal está condicionado por el criterio de máxima pendiente.

#### **3.2.11.3 DESARROLLO DE CURVAS**

El criterio usado en el desarrollo de las curvas, es que las ramas de los desarrollos tengan la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible evitando la superposición de varias de ellas en una misma ladera.

#### **3.2.11.4 PERALTES Y SOBRE ANCHOS**

La finalidad del uso de peraltes es contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, todas las curvas horizontales deben ser peraltadas.

Radio mínimo normal = peralte 7% (Tabla 5.3.1.1)

Radio mínimo excepcional = peralte 10% (Tabla 5.3.2.1)

El valor del Sobreancho varía en función al tipo de vehículos, radio de la curva y la velocidad directriz.

Sobreancho = 1.60 m como máximo (Ítem 5.3.5.2 N.P.D.C.)

Sobreancho = 0.30 m como Mínimo (Ítem 5.3.5.2 N.P.D.C.)

### **3.2.12 SECCIONES TRANSVERSALES**

#### **3.2.12.1 CALZADA**

El ancho de la calzada a rasante terminada resulta de la suma del ancho del pavimento, del ancho de las bermas y su curva aumentadas del sobreancho.

El ancho de la superficie de la carretera es adecuado para acomodar el tipo y capacidad de tránsito previsto, y la velocidad de proyecto propuesta.

#### **3.2.12.2 TALUDES**

Los taludes laterales y contra-taludes varían en gran medida, los taludes, planos bien acabados presentan una apariencia agradable y son más económicas en su construcción y mantenimiento, por la ubicación geográfica y el tipo de material existente en la zona se utilizara los parámetros siguientes:

##### **Taludes de corte:**

Roca fija	10:1
Roca suelta	4:1
Conglomerado	3:1
Tierra compacta	2:1
Tierra suelta	1:1

##### **Taludes de relleno:**

Enrocados	1:1
Terrenos varios	1:1.5

#### **3.2.12.3 DETALLES DE EJECUCION DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES**

En los casos en que se tenga que eliminar material procedente de cortes se debe implementar mayores anchos en la plataforma del terraplén inmediato, mejorándose también el talud de relleno.

Cuando sea necesario disponer de material adicional para los terraplenes formado con material transportado, se ensanchará la sección transversal normal teniendo el talud originalmente previsto.

Los taludes en corte de más de 7.00 m estarán provistos de banquetas, para los rellenos en ladera empinada se dispondrán banquetas para facilitar la compactación por capas horizontales para prevenir deslizamientos.

### **3.2.13 TRAZADO DE PERFIL LONGITUDINAL**

#### **3.2.13.1 PERFIL LONGITUDINAL PROPUESTO**

La nivelación del eje se realizó en circuitos cerrados cada 500 m con un error permisible de cierre de:

$$EP = 0.05 k^{1/2}$$

Para cuyo control se ubicó B.M.s, cada 500.00 m. en lugares fijos.

#### **3.2.13.2 PENDIENTES**

De las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras se tomaron las pendientes máximas y mínimas, como valores límites para el trazado del perfil longitudinal:

Pendiente mínima	=	0.50%
Pendiente máxima	=	8.00%
Pendiente máxima excepcional	=	10.00%

#### **3.2.14 EXPLORACION DE CANTERAS**

La cantera N° 01, se encuentra ubicada en la progresiva Km 2+840 en el mismo camino vecinal a mejorar, en el Distrito de Shanao. Los estudios de suelos se realizaron en las Instalaciones del Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto.,

#### **3.2.15 METODOLOGIA DE TRABAJO A REALIZAR**

Para el estudio del mejoramiento del Camino Vecinal en estudio, se emplearon los métodos de ingeniería conocidos para estos tipos de estudios, en dos fases de trabajo:

**(1) Fase de campo y (2) Fase de gabinete.**

##### **3.2.15.1 DURANTE LA FASE DE CAMPO**

Se realizó: el levantamiento de información socioeconómica necesario, la evaluación e inventario de la vía actual; definición del trazo final; **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO** de la vía, consistentes en el trazo, nivelación, seccionamiento y colocación de hitos de concreto para Bench Mark; estudios de ubicación y evaluación

de obras de arte a proyectarse; preparación de calicatas a lo largo de la vía para los estudios de mecánica de suelos; estudio de impacto ambiental.

### **3.2.15.2 EN LA FASE DE GABINETE**

Se procesa e interpreta los datos de campo obtenidos, se realiza los diferentes ensayos de mecánica de suelos, y se procesa mediante cartografía automatizada todos los planos topográficos y de obra que se adjuntan al estudio de mejoramiento.

### **3.2.16 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Para el Estudio de Mecánica de Suelos, se empleó el siguiente método:

En campo, las investigaciones se realizaron a través de la construcción de calicatas o pozos exploratorios a cielo abierto, cada 500 mts. de distancia, las mismas que fueron ejecutados manualmente con profundidades que fluctúan entre 0.00 y 1.20 metros. En estas calicatas se tomaron muestras inalteradas de acuerdo con los cambios estratigráficos existentes en el terreno, las mismas que fueron descritos e identificados mediante una tarjeta con indicación de ubicación, número de muestras y profundidad, colocándolas en bolsas de polietileno, para su traslado al laboratorio. Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro en el que se anotó el espesor de cada uno de las capas del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales.

En cada una de las calicatas ejecutadas, se realizó un muestreo sistemático del suelo, recolectándose las diferentes muestras para los análisis de laboratorio correspondiente.

En laboratorio, las muestras recolectadas se procesaron y se practicaron los diferentes estudios requeridos.

Los suelos que más predominan son el tipo (CL), es decir arcillas inorgánicas, arcillas limosas de plasticidad mediana a baja y de color marrón oscuro.

Todo lo descrito se presenta en el estudio de suelos que se presenta en los anexos.

### **3.2.16.1 UBICACIÓN DE CALICATAS REALIZADAS**

La ubicación de calicatas realizadas en la vía, se ubicaron cada 500 m de distancia. La construcción de calicatas del Tramo se inició en el sector CC.NN. Pucallpay se terminó en la CC.NN. Alto Pucalpilló. Todo se presenta en el estudio de suelos que se anexa aparte.

### **3.2.16.2 MUESTREO DE SUELOS Y PRUEBAS PRACTICADAS**

En cada una de las calicatas efectuadas en el camino vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilló, se realizó un muestreo sistemático de las diferentes capas que conforman la subrasante del camino en estudio.

Las muestras de campo recolectadas, se trasladaron al laboratorio para ser procesados para los diferentes ensayos a practicarse, cuyos resultados se presentan anexados:

Estudio de Suelos y Canteras.

C.B.R.

Granulometría

Humedad

Densidad

Índice de plasticidad

Límite líquido

Límite plástico

### **3.2.16.3 CAPACIDAD PORTANTE (CBR)**

Para determinar la capacidad portante de la subrasante del terreno, se realizó pruebas de C.B.R. en cada calicata, habiéndose efectuado total de 04 ensayos de las calicatas N° 02 (Km 1+000) N° 04 (Km 2+000) N° 06 (Km 3+000) N° 08 (Km 4+000), a lo largo de todo el camino.

Los valores de de C.B.R. obtenidos en cada calicata realizada, valores expresados en porcentajes, se detallan en Resultados y en el estudio de suelos del Anexo N° 1.

Por los valores de C.B.R que se tiene como resultado de los ensayos realizados, el Mejoramiento del camino vecinal no ofrece mayor riesgo en cuanto a su capacidad portante. Estos valores están siendo justificados mediante la determinación de las

propiedades Físico - Mecánicas de los suelos obtenidos en cada uno de los pozos explorados, los que fueron sometidos a las diferentes pruebas que se señalan en el siguiente ítem.

Como simple dato informativo, el autor del Libro Carretera, Calles y Aeropistas, Ing. Raúl Valles Rodas, indica que ha observado la siguiente relación de los hinchamientos y valores del CBR, así se tiene:

Los suelos que tienen hinchamiento de 3% o más, generalmente tienen CBR menores del 9%.

Los suelos que tienen hinchamiento de 2% como máximo, tienen aproximadamente, CBR iguales o mayores al 15%.

Los suelos que tienen hinchamiento menores del 1%, tienen generalmente CBR mayores del 30%.

#### **3.2.16.4 ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS**

Los materiales obtenidos en cada uno de los sondajes, los mismos que están siendo justificados, mediante la determinación de sus respectivos ensayos; los que fueron sometidos a los siguientes ensayos y pruebas:

Ensayo de límite líquido: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 423).

Ensayo de Límite Plástico: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 424)

Análisis Granulométrico por tamizado: 09 ensayos, según el método (ASTM O - 131)

Contenido de Humedad Natural: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 1557)

Ensayo de Proctor Modificado: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 1557)

Ensayo de C.B.R. Valor Soportante Relativo: 05 ensayos, según el método (ASTM O - 1883)

Después de haber realizado los ensayos y pruebas de laboratorio se ha verificado con las muestras obtenidas en campo, efectuándose la compatibilización correspondiente en estrecha coordinación con las normas de especificaciones recomendadas:

Sistema de Clasificación de Suelos según la norma (ASTM D-2448).

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos según la norma (ASTM D-2448).

### **3.2.16.5 TIPOS DE SUELOS QUE CONFORMA LA SUBRASANTE**

En las diferentes calicatas realizadas a lo largo del camino vecinal, se ha determinado los diferentes tipos de suelos que conforma la subrasante del camino a mejorar.

Estos diferentes tipos de suelos, se han determinado en base a los ensayos y prueba de mecánica de suelos practicados a cada una de las muestras provenientes de cada una de las calicatas.

El cuadro de resultados de las calicatas con los diferentes tipos suelos encontradas en cada una de éstas, con indicación del tipo capas que conforma la subrasante y el kilometraje de la ubicación, se encuentran en el Rubro Resultados.

### **3.2.16.6 PERFIL ESTRATIGRAFICO**

El Perfil Estratigráfico Longitudinal del Camino Vecinal CC.NN Pucallpa – CC.NN Alto Pucapillo, muestra todos los tipos de suelos encontrados en los diferentes estratos que conforman la vía.

En las calicatas perforadas, no se ha alcanzado el nivel de la napa freática.

### **3.2.17 DISEÑO DEL PAVIMENTO**

#### **3.2.17.1 METODOLOGIA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS UTILIZADOS**

En este estudio se toma en cuenta, al decidir el tipo de estructuración a usarse, un factor igualmente fundamental, sobre todo por su incidencia en el aspecto económico del nivel de importancia de la vía.

Por tratarse de una carretera de cuarto orden, con características de un camino vecinal de bajo volumen de tránsito el diseño de la estructura de pavimento tendrá en consideración el criterio sobre todo de servicio mínimo (transitabilidad).

El método empleado es el USACE, para el dimensionamiento de caminos afirmados, donde se contempla la utilización de una capa de material granular de cierta plasticidad que a la vez cumpla la función de capa de rodadura, permitiendo mantener un nivel de servicio adecuado cuando un volumen de tráfico proyectado es bajo, considerándose un periodo de diseño de 5 años.

La capa granular puede estar constituido por materiales que pueden tener calidad de sub-base o de base dependiendo de su capacidad de soporte o C.B.R.

Las curvas de diseño elaborado por el USACE, en donde se observa que los factores tomados en cuenta para determinar el espesor de la capa granular de rodadura son:

El Valor Soporte de California (C.B.R) del suelo de subrasante.

La intensidad del tráfico en números de ejes simples, equivalente al eje standard de 18,000 libras de carga, en un período de diseño (N18).

Un factor adicional considerado en el método propuesto es el concerniente a la calidad de los materiales a emplearse. Para ello se verifica el C.B.R. que debe tener la capa de pavimento en función del tráfico C.B.R. de la subrasante y espesor requerido.

### **3.2.18 ESTUDIO HIDRAULICO**

#### **3.2.18.1 DRENAJE DE AGUAS SUPERFICIALES**

##### **3.2.18.1.1 GENERALIDADES**

El sistema de drenaje superficial se diseñará para dar salida en forma eficaz y económica a toda el agua que fluye por la superficie de la carretera, para interceptar y eliminar el agua de la superficie de zonas adyacentes.

##### **3.2.18.1.2 OBRAS DE DRENAJE**

Las obras de drenaje se instalarán en cursos de aguas naturales y/o quebradas secas, la localización del eje de estas con respecto a la carretera se ha determinado por inspección de campo (se indica en los planos).

El diseño hidráulico tiene como objetivo proporcionar un sistema de drenaje adecuado y económico para el flujo que se estima pasará durante su vida útil de diseño, sin riesgos no razonables para la estructura de la carretera o propiedades aledañas.

Para el diseño hidráulico de éstas se ha procedido a calcular el caudal que discurre por las quebradas empleando el método directo de sección - pendiente, así mismo se ha tenido en cuenta la información proporcionada por los moradores del lugar en cuanto a los niveles alcanzados en épocas de alta pluviosidad.

El método empleado, ha consistido en correr la nivelación en una longitud no menor seis veces el ancho de la quebrada, se ha seccionado dicho tramo, se ha determinado las huellas de máximas avenidas y se ha fijado el valor del coeficiente de rugosidad para el tramo elegido.

Luego se determina el caudal mediante el uso de la fórmula de Manning.

#### **3.2.18.1.3 DISEÑO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLAS CIRCULARES**

El diseño hidráulico de alcantarillas circulares se ha realizado por el método Directo o de aforo y utilizando el Manual de alcantarillas tipo ARMCO. El detalle del diseño está incorporado en el Anexo N° 2.

#### **3.2.18.1.4 DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE ARTE**

A lo largo de la vía se han encontrado cauces con flujos permanentes, se tienen indicios que en época de lluvia con períodos de retorno considerables, las zanjas existentes a lo largo del trazo se activan. Por lo tanto, las Obras de Cruce (alcantarilla) como las Obras de Alivio de Cunetas (alcantarilla), su elección dependerá de las características del flujo, de la topografía y de la economía en el dimensionamiento de las Obras de Arte.

Actualmente, las alcantarillas existentes son en su mayoría metálicas de diámetro 36" y con cabezales de concreto, en mal estado de conservación, que requieren cambiarlas y existe una alcantarilla de concreto de 0.70 x 0.70 m. totalmente colmatada debido a la falta de mantenimiento, perjudicando la estabilidad de algunos tramos de la vía por la reducción de la capacidad hidráulica diseñada para dichas obras de arte, por lo que se está proponiendo los trabajos de limpieza general.

#### **3.2.19 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El estudio de Impacto ambiental para el Mejoramiento del Camino Vecinal CC.NN. Pucallpa – CC.NN. Alto Pucalpillito, se ejecutó dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales.

Se ejecuta mediante la secuencia de las siguientes actividades:

Descripción del proyecto: comprende el análisis de los diseños, procesos y actividades del proyecto, ya sea durante su mejoramiento así como durante su operación.

Evaluación sistemática: Comprende la caracterización ambiental del área por donde discurre el Camino vecinal, y su ámbito de influencia, mediante la identificación de sus componentes ambientales.

Análisis Ambiental: Comprende la identificación y evaluación de las probables alteraciones que puedan ocurrir, como resultado de los trabajos de Mejoramiento y su repercusión en parámetros ambientales.

Gestión Ambiental: Se establece dentro del marco de las leyes y normatividad vigentes así como de la responsabilidad de las organizaciones competentes. En tal sentido se estipulan las acciones a desarrollar en el marco del plan de manejo ambiental.

## IV. RESULTADOS

La información obtenida procede de fuentes que tienen crédito y de la que se ha levantado de campo más la que resulta de aplicación de Normas. Así tenemos:

### 4.1. CARACTERISTICAS GENERALES

**CUADRO N° 6: Información General del Distrito**

DESCRIPCION	ELEMENTO	OBSERVACIONES
Distrito	Shanao	
Creación	Ley N° 24040	
Fecha de Creación	24 de Diciembre de 1984	
Capital	Shanao	Centro Poblado
Ubicación	Provincia de Lamas	
Altitud	975 m.s.n.m.	
Clima	Sub-tropical, semi-húmedo	
Temperatura	23.27°C.	Máxima 24.4°C, mínimo 22.2°C
Humedad relativa	85%	
Precipitación anual	1,500 mm	
Periodo de lluvias	Octubre - Febrero.	Periodo corrido
Superficie	199.64 Km <sup>2</sup>	
Población urbana	9,767 habitantes	
Densidad poblacional	48.92 hab/Km <sup>2</sup>	Periodo corrido

**Fuente: Elaboración propia, con información del INEI, Datos Censales 2007.**

### 4.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

#### 4.2.1 PERFIL LONGITUDINAL

#### METODOLOGÍA EMPLEADA

##### Trazo y Topografía

El levantamiento topográfico se ejecutó en una franja del territorio del distrito de Shanao, Provincia de Lamas – San Martín, a lo largo del Camino Vecinal, Sm-676: Tramo Emp. PE-5N (Dv) - C.N. Pucallpa - C.N. Alto Pucalpilllo - Emp. SM-104. Para el caso del mejoramiento de esta vía se utilizó el levantamiento restringido prácticamente el ancho de derecho de vía del camino con el estacado preliminar, con el método “Trazado Directo”.

Definida la ruta por el camino existente, fijado el punto de partida y los puntos obligados de paso, se procede a realizar el levantamiento topográfico:

**Primera Fase: Trabajo de Campo,** Para ello, se ha trazado una poligonal abierta con el empleo de una estación total, instalando en campo los puntos de intersección de los alineamientos (PIs), tanto horizontales como verticales, para luego trazar un eje preliminar de carretera con la inclusión de curvas horizontales y curvas verticales cóncavas y convexas; respetando los criterios establecidos por en el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico, DG-2014. Para efectos de obtener la configuración de una faja de terreno de 20m como mínimo se ha seccionado el eje trazado en campo cada 20m en tramos en tangente, así como cada 10m en las curvas horizontales con radios inferiores a 100m, en caso de quiebres de la topografía se tomaron secciones adicionales en los puntos de quiebre.

En este proceso se incluyeron todas las características e inflexiones de la faja de levantamiento topográfico, árboles, terrenos de cultivo, postes, cercos, zanjas secas, cruce de agua, canales, badenes, desvíos, buzones, detalles urbanos, viviendas, etc. El levantamiento de la franja topográfica, ha considerado los siguientes puntos:

Eje de la calzada actual.

Bordes del camino

Bordes de veredas o calles en zonas urbanas.

Borde superior e inferior de cortes y terraplenes.

La faja de levantamiento topográfico abarca un ancho suficiente que permite proyectar las obras complementarias tales como cunetas de coronación, zanjas de drenaje, obras de arte, aliviaderos.

Asimismo se instaló un BM de control por Kilómetro utilizando una nivelación de tercer orden, nivel de precisión suficiente para efectos de facilitar su posterior replanteo, para cada uno de los puntos de control se realizó un circuito de cierre para la corrección del error acumulado por el Método de Mínimos Cuadrados. A continuación se presenta en Cuadro adjunto la relación de BMs fijados en el campo.

**CUADRO N° 07:  
RELACIÓN DE BMS UBICADOS EN CAMPO**

<b>BM N°</b>	<b>PROGRESIV A</b>	<b>COTAS</b>	<b>COORDENADAS</b>		<b>REFERENCIAS</b>
0	0+000	276.020	325241.42	9288224.67	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
1	0+495.00	320.160	325268.60	9288480.15	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
2	1+100.00	377.480	325622.67	9288593.55	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
3	1+715.00	456.950	325863.22	9288887.17	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
4	2+220.00	517.750	326092.39	9289267.73	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
5	2+700.00	563.360	326468.01	9289529.34	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
6	3+122.00	590.990	326647.47	9289835.39	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
7	3+670.00	615.940	327133.49	9289984.97	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
8	4+141.00	661.040	327576.04	9290079.31	<i>Al pie de un árbol, lado derecho, pintado estaca.</i>

Fuente: Plano Clave

**En su Segunda Fase: Trabajo de Gabinete**, se procedió a procesar la información en el software especializado denominado AIDC, para obtener finalmente una configuración de terreno con curvas de nivel y secciones transversales estacadas, con esta información se procedió a trazar la rasante de diseño y efectuar ajustes en el trazo geométrico para dar lugar al eje definitivo con sus respectivas secciones transversales, se incluyó la “caja de diseño” en función del ancho de plataforma considerado y variable según su condición de corte o relleno y su talud de reposo en la ladera correspondiente.

## **DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA**

El diseño geométrico de la carretera ha sido desarrollado, teniendo como referencia al Manual de Carreteras – Diseño Geométrico, DG-2014, El estudio incluye la determinación de la velocidad directriz, la sección transversal, ancho de calzada, ancho de berma, bombeo, taludes de corte y relleno, peraltes, y parámetros de diseño del alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad de sobrepaso, el radio mínimo para el peralte máximo, el sobre ancho, la longitud de transición y la pendiente máxima.

## **DESCRIPCIÓN DEL TRAZO**

El tramo en estudio presenta una topografía que varía de plano, ondulada a accidentada con pendientes pronunciadas, en sectores definidos presentan topografía escarpado, predominando los sectores accidentados y en menor proporción los sectores ondulados.

El Camino Vecinal, abarca en su totalidad la ruta SM – 676 (Código proporcionado referencialmente en la actualización del IVG-Lamas, 2015), además se homogenizo en dos sectores bien definidos, se tramitico, por la ruta a que pertenece, estado situacional o clasificación de la vía y por la división geográfica que abarca, dentro estos tenemos:

### **Sub-Tramo N° 01: Km. 00+000 (EMPALME PE-5N) al Km. 2+220.00 (C.N. Alto Pucalpilló), Sm-676.**

El tramo en estudio, tiene sus inicios en el Km. 0+000, desde el empalme PE – 5N, y con final en el BM N°4 km 2+220.00 cerca a la C.N ALTO PUCALPILLO.

Tramo del sector con características homogéneos, de topografía accidentada y tipo de suelo arcilloso inorgánico de mediana a alta dentro, clasificado como Camino Vecinal Sin Afirmar

### **Sub-Tramo N° 02: Km. 2+220.00 (C.N Alto Pucalpilló) al Km. 4+141.00 (EMPALME SM-104) carretera LAMAS- Puente Bolivia.**

Desde el Km 2+220.00, el trazo continúa en forma ascendente por una topografía accidentada, perpendicular al curso del Rio Mayo, por una plataforma sin afirmar en mal estado en tiempo de invierno, la plataforma se satura y en consecuencia el tramo queda intransitable, siguiendo por sectores de cultivos agrícolas, hasta llegar al empalme SM-104 carretera Lamas- Puente Bolivia.

Tramo del sector con características homogéneas, de topografía y tipo de suelo y estado de la vía, clasificado como Camino Vecinal Sin Afirmary.

### **Clasificación de la Vía según su Función**

El Camino Vecinal, Sm-676: Tramo Emp. PE-5N (Dv) - C.N. Pucallpa - C.N. Alto Pucapillo - Emp. SM-104, L = 4.141 Km. de longitud aproximadamente, una a dos Rutas una identificado como EMPALME PE-5N y la otra EMPALME SM-104.

### **Clasificación de la Vía de Acuerdo a la Demanda**

De acuerdo a la demanda, el IMD obtenido en el estudio de tráfico, el tramo está comprendido entre 4 veh/día, y 8 veh/día, demostrándose que el IMD es menor a 400 veh/día, por lo que para el desarrollo del presente estudio, se considera que la vía clasifica como carretera de tercera clase, esto según el Manual de Carretera – Diseño Geométrico DG-2014.

### **Clasificación de la Vía Según Condiciones Orográficas**

Según las condiciones orográficas, el tramo objeto del estudio, atraviesa dos sectores de orografía, que varían entre, Terreno Ondulado - Tipo 2 (Pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 5% y 10%) y Terreno Accidentado - Tipo 3 (Pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendiente longitudinales, predominantemente se encuentran entre 6% y 8%), esto según el Manual de Carretera – Diseño Geométrico DG-2014.

A continuación, mostramos la sectorización de la carretera según condiciones orográficas:

#### **CUADRO N° 08**

#### **SECTORIZACIÓN DE LA CARRETERA SEGÚN CONDICIONES OROGRÁFICAS:**

<b>SUB TRAMO</b>	<b>PROGRESIVA (Km)</b>	<b>CLASIFICACIÓN POR SU FUNCIÓN</b>	<b>CLASIFICACIÓN POR DEMANDA</b>	<b>CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA</b>
1	00+000.00 – 02+200.00	Camino Vecinal	Tercera Clase	Plano a Ondulado
2	02+200.00 – 04+141.00	Camino Vecinal	Tercera Clase	Accidentado a Ondulado

Fuente: Elaboración Propia

## VELOCIDAD DE DISEÑO

Teniendo en cuenta la economía que debe buscarse en todo proyecto y las limitaciones presupuestales existentes para la viabilidad del proyecto, se ha optado por usar la menor velocidad de diseño determinada para cada tipo de orografía establecida a partir de la tabla.

Por lo que las velocidades de diseño por tramos homogéneos normadas y propuestas son las siguientes:

**CUADRO N° 09**  
**CUADRO COMPARATIVO DE VELOCIDADES DE DISEÑO POR TRAMOS**  
**HOMOGÉNEOS NORMADOS Y PROPUESTOS**

SUB TRAMO	PROGRESIVA (Km)	CLASIFICACIÓN POR DEMANDA	CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO (DG-2014)	VELOCIDAD DE DISEÑO (PROPUESTA)
1	00+000.00 – 02+200.00	Tercera Clase	Plano a Ondulado	40 KPH	30 KPH
2	02+200.00 – 04+141.00	Tercera Clase	Ondulado a Accidentado	30 KPH	25 KPH

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 16:**  
**RANGOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCIÓN A LA CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA POR DEMANDA Y OROGRAFÍA**

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

Fuente: Tabla N° 204.01, Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014

Se puede observar que las zonas de topografía plana a ondulado se alternan con las zonas de topografía ondulada a accidentado, por tanto las velocidades de diseño propuesta también se alternan.

**Velocidad Especifica de Los Elementos que Integran el Trazado en Planta y Perfil.**

Además cabe recalcar que para asegurar la mayor homogeneidad posible en curvas y tangentes, la velocidad específica será igual a la velocidad de diseño del tramo a no superen esta velocidad en más de veinte kilómetros por hora, cumpliendo lo que establece en el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014.

La ecuación de la determinación de los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede

utilizarse la siguiente formula: Fuente, Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014.

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Donde:

Rmín. : Radio Mínimo

V : Velocidad de Diseño

Pmáx. : Peralte máximo asociado a la velocidad (en tanto por uno)

fmáx. : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a Velocidad.

**TABLA N° 17:**

**RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS PARA DISEÑO DE CARRETERAS.**

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (plano u ondulada)	30	8,00	0,17	28,3	30
	40	8,00	0,17	50,4	55
	50	8,00	0,16	82,0	90
	60	8,00	0,15	123,2	135
	70	8,00	0,14	175,4	195
	80	8,00	0,14	229,1	255
	90	8,00	0,13	303,7	335
	100	8,00	0,12	393,7	440
	110	8,00	0,11	501,5	560
	120	8,00	0,09	667,0	755
	130	8,00	0,08	831,7	950
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12,00	0,17	24,4	25
	40	12,00	0,17	43,4	45
	50	12,00	0,16	70,3	70
	60	12,00	0,15	105,0	105
	70	12,00	0,14	148,4	150
	80	12,00	0,14	193,8	195
	90	12,00	0,13	255,1	255
	100	12,00	0,12	328,1	330
	110	12,00	0,11	414,2	415
	120	12,00	0,09	539,9	540
	130	12,00	0,08	665,4	665

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014

**CUADRO N° 10:  
RADIOS MÍNIMOS VS VELOCIDAD ESPECÍFICA**

<i>PI N°</i>	<i>KM</i>	<i>Radio</i>	<i>Velocidad</i>	<i>PI N°</i>	<i>KM</i>	<i>Radio</i>	<i>Velocidad</i>
		<i>(m)</i>	<i>Específica</i>			<i>(m)</i>	<i>Específica</i>
1	0+026.628	25	25.822	19	1+250.778	20	23.095
2	0+107.170	20	23.095	21	1+360.577	15	20.001
3	0+151.524	20	23.095	24	1+554.927	20	23.095
4	0+198.617	20	23.095	29	1+896.147	15	20.001
8	0+407.849	23	24.731	30	1+932.538	20	23.095
9	0+464.518	20	23.095	33	2+120.643	20	23.095
10	0+510.033	15	20.001	35	2+300.747	15	20.001
11	0+552.380	20	23.095	36	2+332.346	15	20.001
12	0+600.815	20	23.095	46	3+049.341	10	16.249
14	0+773.199	25	25.822	57	3+902.106	20	23.095
15	0+849.015	20	23.095	58	3+928.035	15	20.001
17	1+054.207	15	20.001	59	4+034.203	15	20.001
18	1+122.429	15	20.001	60	4+053.537	20	23.095

Fuente: Elaboración Propia – Equipo Técnico

Para asegurar la mayor homogeneidad posible en la Velocidad Especifica de curvas y tangentes, lo que necesariamente se traduce en mayor seguridad para los usuarios, se requiere que las velocidades específicas de los elementos que integran un tramo homogéneo sean iguales a la velocidad de diseño del tramo o no superen esta velocidad en más de veinte kilómetros por hora, del cuadro anterior se concluye que no están dentro del límite que especifica en el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2016.

### **SECCIÓN TRANSVERSAL**

Al igual que en el caso de la velocidad diseño, la sección transversal de la vía, se basa en la clasificación de la vía, a la orografía que atraviesa la misma, y a la velocidad de diseño.

Los elementos que integran y definen la sección transversal son: ancho de zona o derecho de vía, calzada o superficie de rodadura, bermas, carriles, cunetas, taludes y elementos complementarios.

De acuerdo a las recomendaciones del Manual de Carretera de Diseño de DG – 2014 y en función a la clasificación de la carretera, tipo de orografía, IMDA y la velocidad de diseño, se determina de acuerdo a la tabla siguiente:

**TABLA N° 18:  
ANCHO MÍNIMO DE CALZADA EN TANGENTE**

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			6,00	6,00
40 km/h															6,60	6,60	6,60	6,60		
50 km/h										7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014.

Nota:

Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3) y Escarpado (4)

En carreteras de tercera clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzada de hasta 5.00 m. con el correspondiente sustento técnico y económico.

### **ANCHO DE BERMA.**

Franjas longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

El ancho de la berma, establece en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño u orografía, como se establece en la siguiente tabla

**TABLA N° 19:  
ANCHO DE BERMA**

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera				
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase				
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño:																					
30 km/h																				0,50	0,50
40 km/h																1,20	1,20	0,90	0,50		
50 km/h											2,60	2,60			1,20	1,20	1,20	0,90	0,90		
60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20			
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20			
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00			1,20	1,20			
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20			
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00								
110 km/h	3,00	3,00			3,00																
120 km/h	3,00	3,00			3,00																
130 km/h	3,00																				

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014

Nota:

Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3) y Escarpado (4)

Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierdo es de 1.50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopista de Segunda Clase.

Para carretera de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica la entidad contratante podrá aprobar anchos de bermas menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche d la plataforma a cada lado de la carretera, destinada al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acurdo a lo previsto en el Tópico 304.12, debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

**CUADRO N° 11:**

**LOS ANCHOS DE LA CALZADA PROPUESTOS PARA EL PRESENTE PROYECTO  
SON LOS SIGUIENTES:**

SUB TRAMO	PROGRESIVA (Km)	CLASIFICACIÓN POR DEMANDA	CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO (PROPUESTO)	ANCHO DE CALZADA (m)
1	00+000.00 – 02+200.00	Tercera Clase	Plano a Ondulado	30 KPH	5.00
2	02+200.00– 04+141.00	Tercera Clase	Ondulado a Accidentado	25 KPH	5.00

Fuente Elaboración: Propia

## BOMBEO

En tramos en tangente o en curvas en contra peralte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales, para una superficie de rodadura de afirmado según el cuadro siguiente está en función de la precipitación pluvial < 500 mm/año esta 3.0 – 3.5 por ciento y para > 500 mm/año es entre 3.00 – 4.00 por ciento.

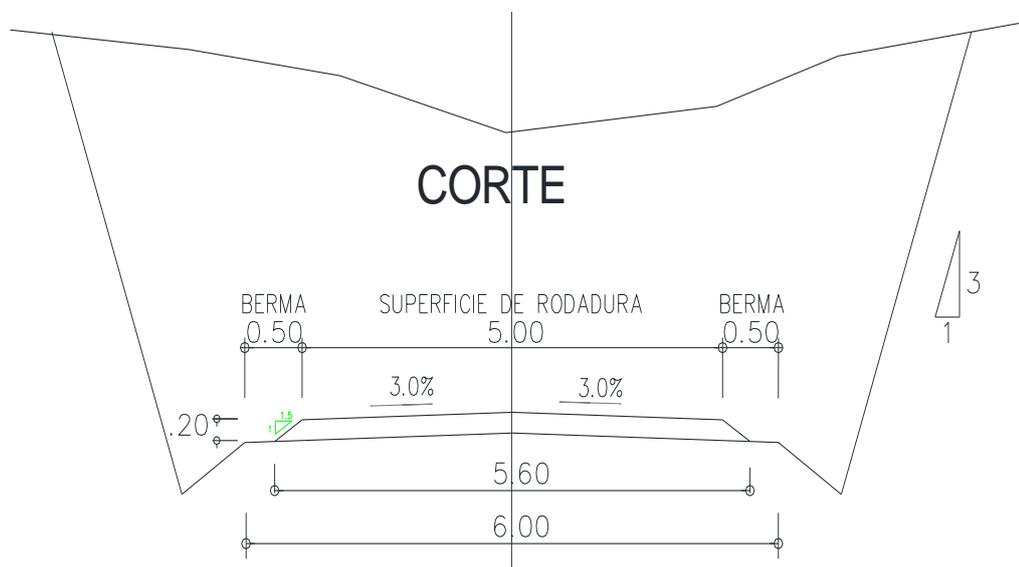
**TABLA N° 20:  
VALORES DEL BOMBEO DE LA CALZADA**

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

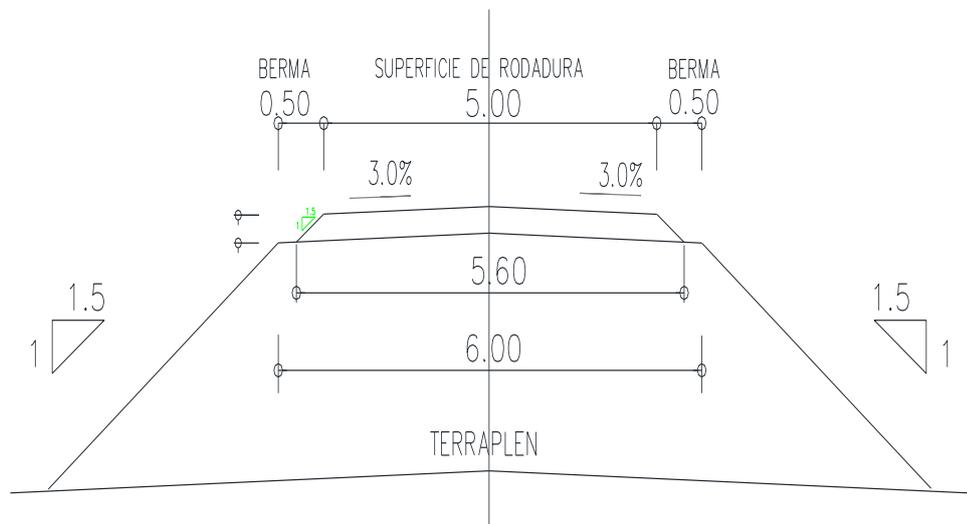
Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014

Teniendo en consideración las tablas N° 18, 19 y 20, se determinó las siguientes secciones tipo, ancho de la calzada de rodadura igual a cinco metros, por ser camino vecinal y contar con un IMDA, menor a cien, ancho de berma de cinco metros y un bombeo de 3.00%.

**FIGURA N° 04  
SECCIÓN TIPO EN CORTE**



**FIGURA N° 05**  
**SECCIÓN TIPO EN RELLENO**



**PERALTE**

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

Las curvas horizontales deben ser peraltadas; con excepción de los valores establecidos fijados en la tabla siguiente:

**TABLA N° 21:**

**VALORES DE RADIO A PARTIR DE LOS CUALES NO ES NECESARIO PERALTE**

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3.500	3.500	3.500	7.500

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014.

En la siguiente tabla se indica los valores máximos del peralte, para las condiciones descritas:

**TABLA N° 22:  
VALORES DE PERALTE MÁXIMO**

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0	8,0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%	302.05

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014.

### TALUDES

Es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicho inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal.

Los taludes para las secciones en corte, varían de acuerdo a las características geométricas del terreno; su altura, inclinación y otros detalles de diseño o tratamiento, se determinó en función al estudio de mecánica de suelos y las condiciones de drenaje superficial con la finalidad de determinar las condiciones de su estabilidad, aspecto que debe contemplarse en forma prioritaria durante el diseño del proyecto, especialmente en zonas que presentan fallas geológicas o materiales inestables, para optar por la solución más conveniente.

En la tabla siguiente, se muestra valores referenciales de taludes en zonas de corte.

**TABLA N° 23:  
VALORES REFERENCIALES PARA TALUDES EN CORTE  
(RELACIÓN H:V)**

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

(\*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014.

Los taludes en zonas de relleno (terraplenes), varían en función de las características del material con el cual está formado, en la siguiente tabla se muestra taludes referenciales.

**TABLA N° 24:**  
**TALUDES REFERENCIALES EN ZONAS DE RELLENO (TERRAPLÉN)**

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014.

En cambio de un talud a otro debe realizarse mediante una transición la cual por lo general se denomina alabeo.

### CONCLUSIONES

El camino vecinal en estudio se tramitico en dos tramos homogéneos, esto en función predominantemente a la orografía de los sectores y además en función de rutas a la que pertenece, estado, situación o clasificación de la vía, y división geográfica.

Sub-Tramo N° 01: Km. 00+000 (EMP. PE – 5N) al Km. 02+200.00 (C.N ALTO PUCALLPILLO), Ruta: SM-676, Camino sin Afirnar, Distrito Shanao.

Sub-Tramo N° 02: Km. 02+200.00 (C.N ALTO PUCALLPILLO) al Km. 0+414.00 (EMP. SM - 104), Camino Sin Afirnar, Distrito de Shanao

SUB TRAMO	PROG. (Km)	CLASIFICACIÓN POR DEMANDA	CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO (DG-2014)	VELOCIDAD DE DISEÑO (PROPUESTA)
1	00+000.00 – 02+200.00	Tercera Clase	Plano a Ondulado	40 KPH	30 KPH
2	02+200.00 – 04+141.00	Tercera Clase	Accidentado a Ondulado	30 KPH	25 KPH

La velocidad específica es igual a la velocidad de diseño en tramo recto con la excepción, en los elementos que integran el trazo en planta y perfil, no superen esta velocidad en más de veinte kilómetros por hora, cumpliendo lo que establece en el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014.

Las dimensiones de la sección tipo de una calzada, teniendo en consideración el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2014, fueron los siguientes: calzada de rodadura de cinco metros, berma en ambos lados de 0.5 metros y un bombeo de tres por ciento por tener tipo de superficie.

Los taludes, fueron considerados en función de la altura de corte y relleno, según la clasificación del material de corte, para material limo arcilla o arcilla hasta una altura de diez metros son de 1:1 y en relleno para material grava, limo arenoso y arcilla, para altura menores a cinco metros, 1:1.5 y para altura entre cinco y diez, 1:1.75.

#### **4.3 ESTUDIO DE SUELOS**

Se encuentra en el anexo respectivo, se tomó como fuente un estudio de suelos elaborado para la Municipalidad Distrital de Shanao.

#### **4.4 DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA**

##### **Metodología de Trabajo**

La metodología de trabajo fue de realizar básicamente el trazo geométrico, nivelación de puntos de terreno y rayado de talud con la respectiva ubicación de las estacas de corte y relleno, y georeferenciados por un equipo geodésico (GPS)

##### **Características del Trabajo Realizado**

Para una mejor comprensión del trabajo realizado, se dividirá en 02 partes

##### **Trazo Geométrico**

##### **Ubicación**

El trazo se ubica en las Comunidades Nativas de Pucallpa y Alto Pucalpilllo en el distrito de Shanao

## Distancia

El Camino vecinal presenta una longitud total de 4+141 km.

## Topografía

### Tramo N° 01: Km. 00+000 (EMPALME PE-5N) al Km. 2+220.00 (C.N. Alto Pucalpillo), Sm-676

El tramo en estudio, tiene sus inicios en el Km. 0+000, desde el empalme PE – 5N, y con final en el BM N°4 km 2+220.00 cerca a la C.N ALTO PUCALPILLO.

Tramo del sector con características homogéneas, de topografía accidentada y tipo de suelo arcilloso inorgánico de mediana a alta dentro, clasificado como Camino Vecinal Sin Afirmar

### Tramo N° 02: Km. 2+220.00 (C.N Alto Pucalpillo) al Km. 4+141.00 (EMPALME SM-104) carretera LAMAS- Puente Bolivia.

Desde el Km 2+220.00, el trazo continúa en forma ascendente por una topografía accidentada, perpendicular al curso del Rio Mayo, por una plataforma sin afirmar en mal estado en tiempo de invierno, la plataforma se satura y en consecuencia el tramo queda intransitable, siguiendo por sectores de cultivos agrícolas, hasta llegar al empalme SM-104 carretera Lamas- Puente Bolivia.

## SECTORIZACIÓN DE LA CARRETERA SEGÚN CONDICIONES OROGRÁFICAS:

SUB TRAMO	PROGRESIVA (Km)	CLASIFICACIÓN POR SU FUNCIÓN	CLASIFICACIÓN POR DEMANDA	CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA
1	00+000.00 – 02+200.00	Camino Vecinal	Tercera Clase	Plano a Ondulado
2	02+200.00 – 04+141.00	Camino Vecinal	Tercera Clase	Accidentado a Ondulado

Fuente: Elaboración Propia

## Nivelación

El método aplicado para la presente nivelación fue la geométrica compuesta por las

estacas colocadas durante el trazo geométrico, para lo cual se utilizó nivel de ingeniero, dejando los BMs monumentados cada 500 metros.

La relación de BMs se presenta en el Cuadro N°7.

**CUADRO N° 7: RELACIÓN DE BMS UBICADOS EN CAMPO**

<b>BM N°</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>COTAS</b>	<b>COORDENADAS</b>		<b>REFERENCIAS</b>
0	0+000	276.020	325241.42	9288224.67	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
1	0+495.00	320.160	325268.60	9288480.15	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
2	1+100.00	377.480	325622.67	9288593.55	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
3	1+715.00	456.950	325863.22	9288887.17	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
4	2+220.00	517.750	326092.39	9289267.73	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
5	2+700.00	563.360	326468.01	9289529.34	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
6	3+122.00	590.990	326647.47	9289835.39	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
7	3+670.00	615.940	327133.49	9289984.97	<i>Piedra pintada de color rojo y blanco.</i>
8	4+141.00	661.040	327576.04	9290079.31	<i>Al pie de un árbol, lado derecho, pintado estaca.</i>

### **Curvas Horizontales**

El radio mínimo excepcional del proyecto para fines del presente estudio es de R= 15 metros. Las características principales se aprecian en los planos correspondientes.

### **Hidrología y Drenaje**

#### **Generalidades**

El presente Estudio Hidrológico forma parte de los estudios básicos para el proyecto “MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL SM-676, TRAMO, EMP. PE-5N DV – CC.NN PUCALLPA - CC.NN ALTO PUCALLPILLO - EMP. SM-104”, que tiene como

objetivo que la región San Martín cuente con infraestructura vial que permita atender las diversas demandas, siendo un rubro importante las redes viales

Es materia del presente estudio el análisis de las precipitaciones con fines de diseño de estructuras de drenaje como son Alcantarillas, Badenes y cunetas, para el adecuado drenaje superficial de la vía,

El presente estudio utilizó datos pluviométricos de lluvias máximas en 24 horas de la Estación PLU SHANAO que permitió calcular las avenidas máximas para un periodo de retorno determinado, dichos resultados permitieron proyectar las dimensiones de las obras de arte y drenaje.

### Precipitación

La estación Shanao, cercana al ámbito de influencia del proyecto registra un control de las precipitaciones confiable y cuyo control es llevada por el SENAMHI., lo cual otorga confiabilidad.

En el cuadro 12 muestra la estimación de precipitación máxima en 24 horas.

**Cuadro N° 12. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm.)**

ESTACION: PLU "SHANAO"															
Latitud:	06°26'													Departamento:	SAN MARTIN
Longitud:	76°36'													Provincia:	LAMAS
Altura:	300 m.s.n.m.													Distrito:	SHANAO
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	MAXIMA ANUAL		
2001	17.3	40.7	37.2	50.6	54.3	18.3	48.9	35.3	30.4	39.0	30.5	100.8	100.8		
2002	20.7	26.7	16.5	30.4	21.3	24.7	59.7	10.7	10.5	63.8	58.8	13.3	63.8		
2003	24.4	8.5	59.3	48.4	11.3	33.8	22.3	14.5	61.4	37.0	29.8	43.0	61.4		
2004	13.3	93.1	17.8	32.0	60.5	13.1	57.5	24.0	22.2	17.0	27.9	54.4	93.1		
2005	25.8	78.0	17.0	64.0	19.0	23.2	25.6	27.0	27.6	37.0	44.4	14.1	78.0		
2006	28.6	23.1	17.8	18.4	42.8	18.2	34.9	16.1	25.2	25.2	30.6	45.0	45.0		
2007	17.5	2.4	26.5	15.9	41.0	14.9	24.8	34.5	45.3	24.3	56.0	22.2	56.0		
2008	14.1	77.9	23.0	48.0	12.0	32.0	11.8	16.1	26.8	22.6	59.8	58.0	77.9		
2009	32.9	35.3	36.0	34.9	25.5	56.4	31.9	34.5	39.5	14.0	18.2	5.5	56.4		
2010	14.6	38.2	19.4	36.8	37.4	9.2	84.0	27.0	13.0	13.0	19.0	49.5	84.0		
2011	9.1	24.8	25.0	50.5	25.2	48.6	28.4	19.8	53.9	18.3	63.0	30.4	63.0		
2012	37.5	13.9	45.0	27.5	64.5	27.5	9.1	4.5	14.3	45.0	21.7	21.3	64.5		
2013	55.9	22.9	69.0	27.2	42.0	23.0	43.0	47.0	56.0	21.4	28.0	14.7	69.0		
2014	26.2	17.3	39.5	26.5	62.9	13.7	45.0	16.6	30.1	96.2	81.5	18.2	96.2		
2015	53.5	37.6	45.6	34.3	37.2	32.4	25.5	38.8	31.0	39.2	60.5	21.4	60.5		

Con el fin de ajustar la serie anual de precipitación máxima diaria de la estación Shanao se utilizó la función de distribución probabilística de Gumbel:

N° de datos : 15 (2001-2015)

Media Aritmética : 71.30

Desviación Estándar : 11.968

**Distribution Analysis: Gumbel Extremal Type I**

First Moment (mean) = 71.3067

Second Moment = 2.682e02

Skew = 3.856e-01

Point Number	Weibull Probability	Actual Value	Predicted Value	Standard Deviation
1	0.0600	45.0	47.2100	5.1584
2	0.1300	56.0	51.7300	4.3667
3	0.1900	56.4	55.1400	3.8970
4	0.2500	60.5	58.1100	3.6154
5	0.3100	61.4	60.8700	3.4865
6	0.3800	63.0	63.5500	3.4984
7	0.4400	63.8	66.2400	3.6447
8	0.5000	64.5	69.0100	3.9203
9	0.5600	69.0	71.9300	4.3226
10	0.6300	77.9	75.1100	4.8561
11	0.6900	78.0	78.6800	5.5380
12	0.7500	84.0	82.8300	6.4088
13	0.8100	93.1	87.9600	7.5551
14	0.8800	96.2	94.9000	9.1835
15	0.9400	100.8	106.3300	11.9678

## Precipitaciones Máximas para Diferentes Períodos de Retorno

CUADRO 03  
 PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (m m)  
 ESTACION: PLU "SHANAO"

Distribution Analysis: Pearson Type III

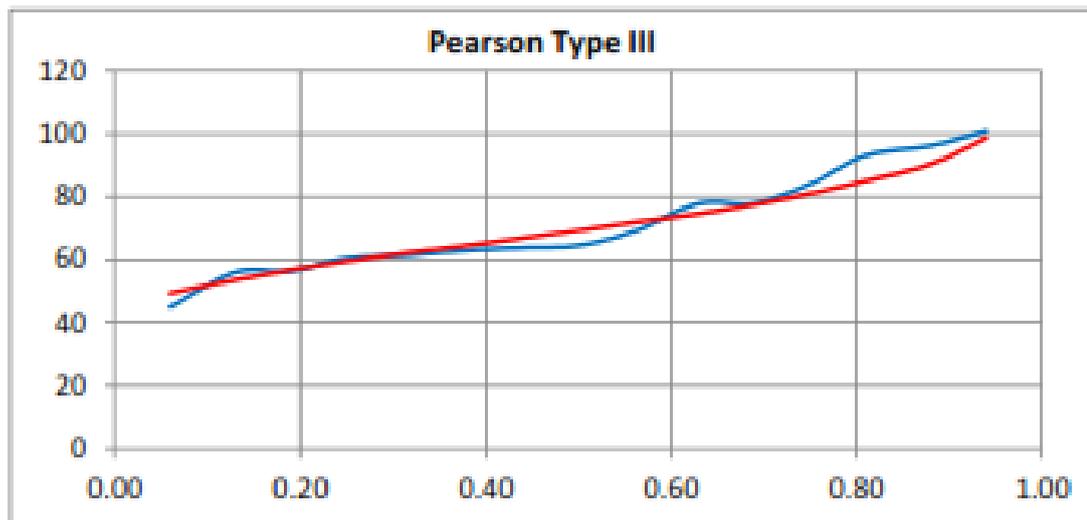
First Moment (mean) = 71.3067

Second Moment = 2.682e02

Skew = 3.856e-01

Point Number	Weibull Probability	Actual Value	Predicted Value	Standard Deviation
1	0.0600	45.0	49.3600	4.7429
2	0.1300	56.0	53.5700	3.9181
3	0.1900	56.4	56.7400	3.8773
4	0.2500	60.5	59.4800	4.0369
5	0.3100	61.4	62.0200	4.2367
6	0.3800	63.0	64.4500	4.4282
7	0.4400	63.8	66.8600	4.5990
8	0.5000	64.5	69.3000	4.7502
9	0.5600	69.0	71.8400	4.8909
10	0.6300	77.9	74.5600	5.0386
11	0.6900	78.0	77.5400	5.2247
12	0.7500	84.0	80.9400	5.5092
13	0.8100	93.1	85.0200	6.0157
14	0.8800	96.2	90.3400	7.0348
15	0.9400	100.8	98.6900	9.5060

Predictiones			
Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.998	500	133.6300	28.2025
0.995	200	124.9600	22.6230
0.990	100	118.1600	18.6251
0.980	50	111.1100	14.8745
0.960	25	103.7000	11.4589
0.900	10	93.1200	7.7404
0.800	5	84.1300	5.8867
0.667	3	76.5200	5.1565
0.500	2	69.3000	4.7502



### Caudales

Para el cálculo de los Caudales Máximos de Diseño para las obras de drenaje en el presente estudio se va emplear el Método Racional:

### Método Racional.

El Método Racional se utilizará para la determinación de los caudales de diseño de alcantarillas, para esto es necesario emplear la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C.I.A.}{3.6}$$

### Donde:

Q= caudal, en m<sup>3</sup>/s.

C= Coeficiente de escorrentía, Ver Cuadros a y b

I = Intensidad de precipitación, en mm/h.

A= Superficie de la cuenca, en km<sup>2</sup>

### Intensidades Máximas de Diseño (mm/h)

La intensidad de precipitación será constante en el tiempo y homogénea en toda la superficie de la cuenca, por ese motivo su aplicación se restringe a pequeñas cuencas y a precipitaciones cortas y homogéneas.

Para esto es necesario emplear las intensidades máximas de diseño, área colectora y coeficiente de escorrentía de las cuencas consideradas.

Para calcular la intensidad máxima de diseño (mm/h), se aplicará la siguiente fórmula:

$$i_{\max} = \frac{10^{2.35} \times T^{0.182}}{(t)^{0.527}}$$

### **Sistema de drenaje y protección requeridos**

El esquema de drenaje complementa el drenaje existente a fin de asegurar la captación de los flujos de escorrentía superficial, correspondientes a los niveles de riesgo aceptables y su eliminación en cursos naturales y/o áreas adecuadas de descarga.

Las obras que comprenden el drenaje complementario en la vía se compone de:

Alcantarillas de TMC  
Badenes  
Cunetas de concreto

A continuación se describe las estructuras y sistemas mínimos requeridos para la adecuada operación de la vía:

### **Alcantarillas**

A continuación se presenta el Cuadro donde se presentan los caudales que fluyen por los arroyos donde se construirán las alcantarillas.

En el Cuadro N° 13 se presenta el cálculo de caudales máximos para diferentes periodos de retorno

**Cuadro N° 13: Caudales Máximos Método Racional**

CAUDALES MAXIMOS METODO RACIONAL															
ESTACION: PLU "SHANAO"															
K= 163.57															
m= 0.182															
n= 0.527															
T= 25 años (alcantarillas de alivio)															
T= 50 años (alc. de paso, badén)															
T= 100 años (puentes y pontones)															
T= 200 años (socavación) C: Coeficiente de Escorrentia															
$I = \frac{KT^m}{t^n}$ $Q = \frac{CIA}{3.6}$															
Cuenca	Progresiva Km.	TOPO DE ELEMENTO	TIPO DE MATERIAL	Area A (km2)	Tiempo de concentración Tc		Intensidad mm/hora				Caudal Máximo (m3/s)				C
					horas	minutos	T=25	T=50	T=100	T=200	T=25	T=50	T=100	T=200	
C-1	0+750	ALC-EXIST	C°A°	0.05	0.12	6.90	106.15	120.41	136.59	154.95	0.59	0.67	0.76	0.86	0.40
C-2	1+040	ALC	TMC	0.02	0.09	5.40	120.79	137.02	155.43	176.32	0.28	0.32	0.36	0.41	0.40
C-3	1+380	ALC	TMC	0.05	0.10	5.70	117.39	133.17	151.06	171.36	0.67	0.75	0.86	0.97	0.40
C-5	1+830	ALC	TMC	0.05	0.12	6.90	106.15	120.41	136.59	154.95	0.54	0.62	0.70	0.79	0.40
C-8	3+180	ALC	TMC	0.01	0.21	12.60	77.28	87.67	99.45	112.81	0.09	0.10	0.11	0.13	0.40
C-9	3+580	ALC	TMC	0.01	0.14	8.40	95.69	108.55	123.14	139.69	0.06	0.07	0.08	0.09	0.40
C-4	1+670	BADEN	C°A°	0.04	0.12	6.90	106.15	120.41	136.59	154.95	0.52	0.59	0.67	0.76	0.40
C-6	2+180	BADEN	C°A°	0.01	0.14	8.40	95.69	108.55	123.14	139.69	0.09	0.10	0.12	0.13	0.40
C-7	2+860	BADEN	C°A°	0.00	0.08	4.50	132.97	150.84	171.11	194.10	0.06	0.07	0.08	0.09	0.40
C-10	3+875	BADEN	C°A°	0.01	0.10	5.70	117.39	133.17	151.06	171.36	0.11	0.12	0.14	0.16	0.40

En el Cuadro N° 14 se presenta el dimensionamiento de las estructuras a proyectar (Alcantarillas).

**Cuadro N° 14: Dimensionamiento de estructuras**

DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EN QUEBRADAS DE CAUCE DEFINIDO							
N°	Cuenca	Estructura existente BxH	Estructura propuesta BxH		Caudal Hidrológico Qm. (m3/s)	Caudal de diseño Qd (m3/s)	Verificación Qd>Qm
			Dimensiones mínimas				
C-1	0+750	ALC-EXIST - C°A°	1.2	1	0.67	2.0	cumple
C-2	1+040	ALC - TMC	36		0.32	1.2	cumple
C-3	1+380	ALC - TMC	36		0.75	1.2	cumple
C-5	1+830	ALC - TMC	36		0.62	1.2	cumple
C-8	3+180	ALC - TMC	36		0.10	1.2	cumple
C-9	3+580	ALC - TMC	36		0.07	1.2	cumple
BADENES PROYECTADOS							
C-4	1+670	BADEN - C°A°	6	6	0.59	1.2	cumple
C-6	2+180	BADEN - C°A°	6	6	0.10	1.2	cumple
C-7	2+860	BADEN - C°A°	8	6	0.07	2.9	cumple
C-10	3+875	BADEN - C°A°	6	6	0.12	1.2	cumple
Tipo	Luz (m)	Altura (m)	Área (m2)		Caudal crítico (m3/s)	Velocidad crítica (m/s)	Pendiente crítica (%)
TMC 36"	0.9	0.9	0.5		1.2	2.4	1.35
ALC C°A°	1.2	1.0	0.6		2.0	2.6	1.31
BADEN	6.0	0.2	0.7		1.2	1.3	2.10
BADEN	8.0	0.4	1.9		2.9	1.5	1.84

### Cunetas

Se ha previsto la construcción de cunetas longitudinales en el borde interior de todos los tramos en media ladera y a ambos lados en los sectores excavados en corte cerrado.

La mayor parte de las cunetas serán triangulares, con talud interior de 1.5:1 y exterior Var: 1:1.5 de 1.20 m. de ancho mínimo y 0.5 m. de altura (medida a partir del nivel de la rasante) y revestidas en toda su longitud.

La cuneta diseñada soportará hasta un caudal máximo de 1.421 m<sup>3</sup>/s, con un borde libre de 5 cm, por lo tanto tiene las dimensiones adecuadas y si podrá evacuar las máximas avenidas de forma normal.

## **Badenes**

Los badenes propuestos consisten en pavimentos rígidos, de concreto armado que cubran toda la sección de descarga de las correspondientes quebradas, la descarga de los badenes estará protegida por revestimiento de mampostería de piedra, enrocados o combinaciones de los anteriores conforme sea necesario en función de la altura de descarga originada en la sección transversal.

Los trabajos de construcción de badenes nuevos, incluirán la limpieza del cauce aguas arriba del badén, conformando una pendiente uniforme y eliminando los desniveles existentes entre la plataforma y el borde de la descarga de la quebrada respectiva, o proteger estos desniveles con enchape de piedras para evitar la socavación regresiva.

## **SEÑALIZACION VIAL**

La señalización resulta importante por tratarse de una carretera que discurre en terreno accidentado, con diversidad de factores de mediano riesgo como centros poblados, localidades, abundante desarrollo de curvas de volteo, zonas con acantilados y algunas quebradas.

El presente estudio pone especial énfasis en el carácter informativo y de protección al ecosistema; educando a los usuarios a preservar la naturaleza.

## **Criterios de Diseño Utilizados en el Proyecto**

A continuación se detallan los principales criterios de diseño adoptados.

## **SEÑALES PREVENTIVAS**

Las señales preventivas han sido diseñadas y ubicadas cercanos a los puentes y pontones proyectados, a fin que se pueda ir disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones del caso.

Las señales preventivas para el presente caso tienen una dimensión de 0.75x0.75 metros con fondo de material reflectorizante de alta intensidad de color amarillo y símbolos, letras y borde de marco pintados con tinta xerográfica color negro, con uno de los vértices del cuadrado hacia abajo.

Los postes de fijación de estas señales serán de concreto, pintados con franjas de 0.50 m con esmalte de color blanco y negro.

Los detalles en cuanto a las características de los mensajes y las formas de las señales preventivas se indican en los planos, así como en las Especificaciones Técnicas del proyecto y el manual indicado que tiene carácter oficial.

En líneas generales, indicamos a continuación las distancias recomendadas para la ubicación de las señales preventivas.

Zona Urbana:	60 m –75 m
Zona Rural:	90 m –110 m

## **SEÑALES DE INFORMACION**

Las señales informativas tienen la finalidad de guiar al conductor a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. También tiene por objeto identificar puntos notables como ciudades, ríos, lugares de destino y dar información útil al usuario de la carretera.

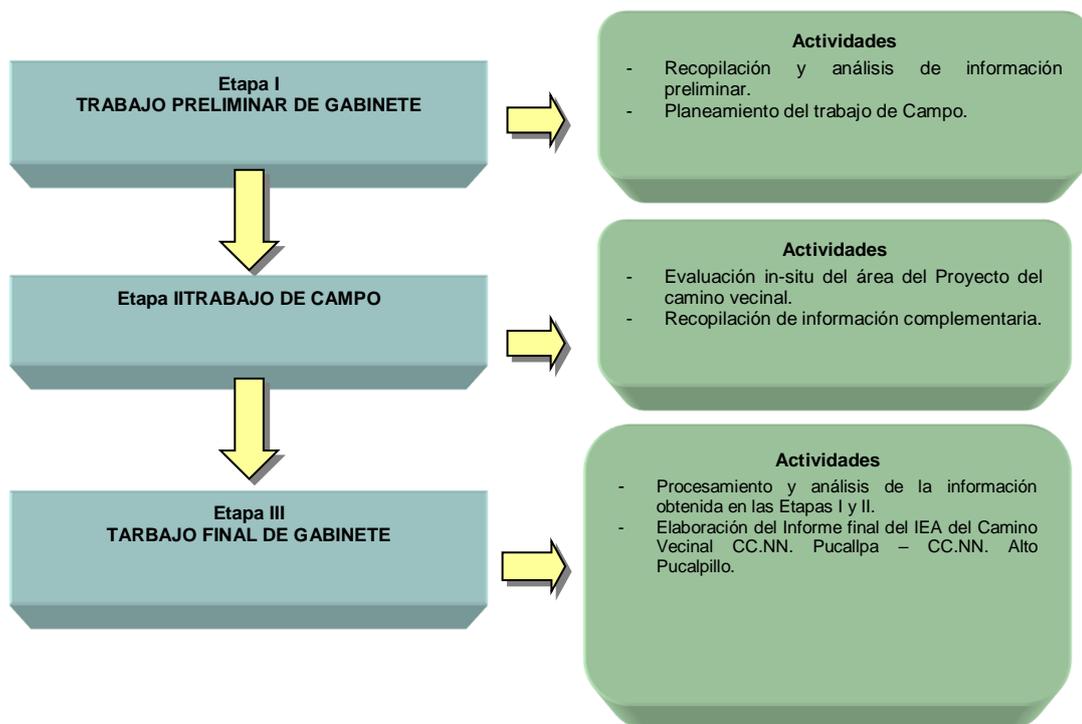
Las señales informativas que se utilizan en el proyecto serán las de localización y destino, las cuales proporcionan información al conductor de los lugares o poblaciones más importantes en el trayecto.

Las señales informativas serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal y de dimensiones variables según el mensaje a transmitir. Se ubicarán al lado derecho de la carretera de manera que los conductores puedan distinguirlas de manera clara y oportuna.

## **4.5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El estudio de Impacto Ambiental tiene sus propios resultados, los mismos que por ahora están expresados en el Anexo

Sin embargo, mediante esquemas y resúmenes podemos tomar nota sobre aspectos que se tienen que considerar en la ejecución del proyecto. Veamos:



#### 4.6 PRESUPUESTO

El Presupuesto Referencial para la ejecución del proyecto ha sido calculado al mes de Abril del año 2017, ascendiendo a DOS MILLONES CIENTO NOVENTA MIL NOVECIENTOS SESENTA Y OCHO CON 07/100 SOLES.

PRESUPUESTO DE OBRA	
COSTO DIRECTO	1,543,303.92
GASTOS GENERALES (12.310237 % C.D.)	189,984.37
UTILIDAD (08.00% C.D.)	123,464.31
<b>SUB TOTAL</b>	<b>1,856,752.60</b>
IGV (18% CD)	334,215.47
<b>COSTO TOTAL DE OBRA</b>	<b>2,190,968.07</b>

En el Anexo N°1 se presenta el detalle del presupuesto

##### 4.6.1 METRADOS

La planilla de metras se encuentra sustentados en el Anexo N°2

##### 4.6.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

El análisis de costo unitario se encuentra detallado en el Anexo N°3

#### **4.6.3 RELACION DE INSUMOS**

La relación de insumos se sustenta en el Anexo N°4

#### **4.6.4 GASTOS GENERALES**

Los gastos generales se sustentan en el Anexo N°5

#### **4.6.5 FÓRMULA POLINÓMICA**

La fórmula polinómica se sustenta en el Anexo N°6

#### **4.7 PROGRAMACION DE OBRA**

Los mayores detalles se encuentran en el anexo N° 7

#### **4.8 CALENDARIO DE AVANCE DE OBRA**

Los mayores detalles se encuentran en el anexo N° 8

#### **4.9 PLANOS**

Los planos del proyecto se detallan el Anexo N°9

## **V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 ESTUDIO SOCIO - ECONOMICO**

A través de los resultados de la encuesta realizada, a los pobladores de camino vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucalpilllo, se pudo apreciar que viven en estado de extrema pobreza. Poseen una educación básica como lo es la primaria, y muy pocos son los que salen a la ciudad a seguir estudios en niveles superior.

Por lo mencionado anteriormente, se define la ocupación de los pobladores de la zona en estudio, la cual está dado en su mayoría por agricultores y la dedicación a los quehaceres del hogar. Siendo la actividad principal la producción agropecuaria. Los principales productos agropecuarios son: Agrícolas: arroz, café, plátano, maíz; Pecuarias; Vacunos, caprinos, equinos y animales menores. La mayoría produce sólo para el autoconsumo; el intercambio de sus productos mediante el trueque y un mínimo volumen de comercialización debido a la carencia de una carretera transitable que les facilite evacuar a bajo costo su producción hacia los mercados de consumo, situación que será superada al ejecutarse el presente proyecto.

### **5.2 ESTUDIOS DE INGENIERIA**

#### **5.2.1 MÉCANICA DE SUELOS**

Las calicatas

En las calicatas perforadas, no hubo indicios de filtración subterránea (capa freática).

#### **5.2.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO**

Las conclusiones de estudio de tráfico indican que los volúmenes mayores de tránsito se producirán en los meses de verano, mientras que en el resto del año se tendrá un tráfico mínimo a nulo. En la ruta circulan por lo común camiones de bajo tonelaje, camionetas y motocars, predominando estos últimos. Entran y salen aproximadamente 7 vehículos y 114 pasajeros por día, acentuándose el movimiento de vehículos en épocas de siembra y cosecha.

Se estima que los fletes que se cobran por el transporte de carga entre las localidades mencionadas y particularmente en el área de influencia puede reducirse hasta en un

30%, cuando se mejore la vía, debido a la disminución de los costos de mantenimiento de los vehículos y el menor gasto de combustible al disminuir el tiempo de recorrido de la vía.

El método empleado en diseño del Pavimento fue el establecido por el Cuerpo de ingenieros del ejército Norteamericano (U.S. Army Corp Of Engenieers - USACE), para el dimensionamiento de caminos afirmados, habiéndose obtenido un espesor de 20.00 cm. La superficie de rodadura propiamente dicha puede ser una carpeta asfáltica, un tratamiento superficial de una capa de material granular con resistencia al desgaste. Debe elegirse la solución más apropiada de acuerdo a las facilidades y experiencias locales y a las condiciones específicas de cada caso, lo cual es una tarea requiere de un balance Técnico - Económico de todas las alternativas.

### **5.2.3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El objetivo básico del estudio impacto ambiental es el control de los impactos ambientales negativos durante el Mejoramiento, operación y mantenimiento del Camino vecinal, se debe desarrollar las medidas de control de impactos ambientales negativos, los de contingencia, seguimiento y monitoreo.

### **5.2.4 DRENAJES Y OBRAS DE ARTE**

#### **5.2.4.1 CUNETAS**

Por la naturaleza de la topografía de la zona, se construirán cunetas de sección triangular revestir con concreto.

#### **5.2.4.2 ALCANTARILLAS**

En el tramo en estudio, existen cauces con flujos permanentes de agua que es necesario drenar, por lo que se construirán un total de doce (5) alcantarillas TMC de Ø36" de acuerdo al CUADRO N° 14: Dimensionamiento de Estructuras

### **5.2.5 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA**

Como se puede apreciar en el diseño definitivo, se trata del estudio de un camino vecinal, para lo cual se utilizó las normas de diseño vigentes para Caminos Vecinales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. Asimismo, se tuvo en cuenta en la toma de decisiones la aplicación del criterio para subsanar ciertos inconvenientes.

### **5.3 CONTRASTACION DE HIPOTESIS**

El hecho de haber planteado una solución sobre el camino existente nos lleva a la conclusión de ser la única alternativa debidamente estudiada, la cual cumple con todas las especificaciones técnicas para ser viable. En consecuencia, su ejecución facilitará contar con un camino en condiciones de transitabilidad, lo cual mejorará las condiciones de vida de los usuarios. Por tanto, **la hipótesis queda validada**, por cuanto el estudio definitivo para el mejoramiento del Camino Vecinal referido, permitirá contar con el expediente técnico para tramitar su financiamiento y, que al ser ejecutado permitirá tener un camino en condiciones de transitabilidad y en consecuencia mejorará las condiciones socio - económicas de la población beneficiaria aledaña al proyecto.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

Se ha probado que con la elaboración del Estudio Definitivo del mejoramiento del Camino Vecinal camino vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucapillo, ha permitido contar con el Expediente Técnico que conllevará a buscar financiamiento para su ejecución que permitirá mejorar las condiciones socio - económicas de las poblaciones asentadas en el tramo del proyecto.

La producción de los centros poblados beneficiados crecerá con el Mejoramiento del Camino Vecinal, teniendo acceso a técnicas agroindustriales que beneficiaran a la zona estudiada.

Con la ejecución del mejoramiento del Camino Vecinal camino vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucapillou L= 4.141 Km., se elevará el nivel de vida de la población ya que se incrementará la producción y habrá acceso a los servicios básicos primarios como salud, educación, seguridad, etc.

El diseño del camino vecinal cumple con todas las especificaciones técnicas mínimas requeridas para los estudios de carreteras de bajo volumen de tránsito que están vigentes en nuestro país.

En forma general, el estudio de suelos de la zona por la cual pasa el Camino Vecinal camino vecinal de la Comunidad Nativa Pucallpa - Comunidad Nativa Alto Pucapillo, permitió tomar las medidas más adecuadas en la determinación de las características del pavimento.

El cálculo del CBR en laboratorio nos permitió poder diseñar el espesor del afirmado, ya que todos los diseños de pavimentos granulares están basados en este valor. Un mal estudio de laboratorio incidirá indefectiblemente en un diseño antieconómico.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda a las autoridades de la Provincia de Lamas y de la Región San Martín ser el ente de financiamiento para la ejecución de este tipo de proyectos, a fin de solucionar los graves problemas y limitaciones que afrontan los pobladores por la falta de vías en buen estado de transitabilidad, ya que los proyectos de caminos vecinales están enmarcado dentro de su política de desarrollo.

Se recomienda realizar los trabajos de Mejoramiento del Camino Vecinal en épocas de verano (Mayo - Septiembre) de lo contrario no se cumplirá con la programación establecida.

Al realizar la conformación de la subrasante, ésta debe compactarse al 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado, previa a la colocación de la capa de afirmado.

El grado de compactación de la capa de afirmado deberá ser del 100% de su máxima densidad seca del Proctor modificado en cumplimiento con la Norma ASTM D-1556.

Es recomendable que antes de colocar el material de afirmado, o capa granular sobre la subrasante, debe tener especial cuidado en eliminar todo tipo de material extraño que resultan perjudiciales para la construcción, tales como raíces, palos, troncos o material orgánico en descomposición.

Apoyar a los egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, a que desarrollen trabajos de investigación relacionados con nuestra profesión y de esa manera obtener parámetros de diseño adecuados a la zona de selva.

## VII. BIBLIOGRAFIA

COSVALENTE, N. M. (2005), "*Asfaltado Jr. Alfonso Ugarte: Presupuesto y Programación, Tramo I Km 0+000 - Km 1+122.683.*", Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, Censo Poblacional, Año 2007.

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

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

PONCE, J. M. (2010), "*Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920.*", Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

Portal del Estado Peruano (<http://www.peru.gob.pe/directorio/>)

RIOS, C. (2000), "*Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación – Tarapoto.*", Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

RODRÍGUEZ, W. (2002), "*Aprendiendo a Programar y Controlar obras aplicando el Project 2000 para Windows.*", Segunda Edición, Lima - Perú.

VALLES, R. (1954), "*Carretera, Calles y Aeropistas.*", Editorial Imprenta López - Perú 666, segunda edición, Caracas – Venezuela.