



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

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



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



**Estudio definitivo del camino vecinal Sector Ponguito Morillo, Distrito de  
Shanao – Lamas – San Martín**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Abel Grández Vela**

**Asesor:**

**Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar**

**Tarapoto - Perú**

**2017**

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



Estudio definitivo del camino vecinal Sector Ponguito Morillo, Distrito de  
Shanao – Lamas – San Martín

**Autor:**

**Bach. Abel Grández Vela**

Sustentada y aprobada el día 11 de Abril del 2017, ante el honorable jurado:

  
Ing. Jorge Isaacs Rioja Díaz  
Presidente

  
Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado  
Secretario

  
Ing. Mg. Ramiro Vásquez Vásquez  
Res N° 641-2018-UNSM/FICA-D-NLU  
Miembro

  
Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar  
Asesor



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

Ciudad Universitaria-Distrito de Morales-Telefono: 521402-Axeto 122

e.mail: [fica@unsm.edu.pe](mailto:fica@unsm.edu.pe)

### NUEVA LEY UNIVERSITARIA N°30220

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Facultad Libre

**Resolución N° 641-2018-UNSM/FICA-D-NLU**

*Morales, 28 de setiembre del 2018*

Visto los Expedientes N°3810 y 7652 -2018-UNSM/FICA, presentados por el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, donde comunica la sanción de los docentes Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro y el Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta, a la Oficina General de Administración de la UNSM-T.

#### CONSIDERANDO:

Que, la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, es una Institución Educativa Superior Descentralizada, autónoma, con personería de derecho público, orientado a la investigación y a la docencia, que brinda una formación humanista, científico y tecnológico con una clara conciencia de nuestro país como realidad multicultural, Adopta el concepto de educación con derecho fundamental y servicio público esencial. Está integrado por docentes y graduados.

Que, mediante Resolución N°929-2017-UNSM-T/ICU-R/NLU, de fecha 29 de diciembre del 2017 se designa al Ing. Mg. Ramiro Vásquez Vásquez como Decano (e) de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto quien iniciará sus funciones a partir del 01 de enero de 2018 hasta 31 de diciembre de 2018.

Que, las Facultades gozan de autonomía académica, económica y administrativa para el desarrollo de sus actividades;

Que, con OFICIO N°315-2018-UNSM-FICA-D-NLU, de fecha 18 de abril de 2018, la FICA informa a la Dirección General de Administración que el Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro, ha sido sancionado por la Contraloría General de la República y con inhabilitación, para el ejercicio en la función pública.

Que, con OFICIO N°458-2018-UNSM-FICA-D-NLU, de fecha 31 de julio de 2018, la FICA informa a la Dirección General de Administración, con respecto a la inhabilitación del Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta, que la Unidad de Recursos Humanos, deberá ejecutar la inhabilitación del mencionado docente.

Que, con Resolución N°825-2018-UNSM/ICU-R/NLU, de fecha 25 de setiembre de 2018, cesan en sus funciones al Docente Ing. Wilton Celis Angulo, Adscrito al Departamento Académico de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, como docente Universitario de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto a partir del 30 de setiembre del 2018 y de conformidad de los considerandos antes mencionados.

Que, en uso de las atribuciones conferidas por la Resolución N° 929-2017-UNSM-T/ICU-R/NLU, la Nueva Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

#### SE RESUELVE:

**Artículo 1°.- Autorizar al Ing. Mg. RAMIRO VÁSQUEZ VÁSQUEZ, firmar los documentos como: Informes de Ingeniería y Proyecto de Tesis que están vinculados con los Ing. M.Sc. RUBÉN DEL ÁGUILA PANDURO, Ing. M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA y el Ing. M.Sc. WILTON CELIS ANGULO, a partir del 10 de octubre de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2018.**

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Ing. Mg. RAMIRO VÁSQUEZ VÁSQUEZ  
Decano (e)



Ing. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ  
Secretario Académico (e)

## Declaratoria de Autenticidad

**Abel Grández Vela**, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Escuela profesional de Ingeniería Civil De la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 46529833 con la tesis titulada: **Estudio definitivo del camino vecinal Sector Ponguito Morillo, Distrito de Shanao – Lamas – San Martín**

Declaro bajo juramento que:

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

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

Tarapoto, 11 de abril del 2017.



  
**Bach. Abel Grández Vela**  
DNI N° 46529833

## Declaración Jurada

**Abel Grández Vela**, identificado con DNI N° 46529833, con domicilio legal en el Jr. Perú N°824 - Tarapoto, a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaro Bajo Juramento**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

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

Tarapoto, 11 de abril del 2017.

  
**Bach. Abel Grández Vela**  
DNI N° 46529833



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

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	GRÁNDEZ VELA ABEL	
Código de alumno :	083116	Teléfono: 912947738
Correo electrónico :	aguingenieriacivil@gmail.com DNI: 46529833	

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

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA 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 Sector Ponguito Morillo, Distrito de Shanau-Lamas - San Martín
Año de publicación:	2017

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.

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

--

6. Originalidad del archivo digital.

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

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

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

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

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

Según el inciso 12.2, del artículo 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 en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

28, 12, 2018



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

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

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

## Dedicatoria

A mi señor padre “Santos Grández Navarro”, y a mi señora madre “Zulema Vela Rodríguez”, por haberme dado la dicha de existir, de educarme como una persona de bien a través de sus ejemplos, de sus esfuerzos y la lucha constante a diario para ver realizada la culminación de mis estudios superiores.

A mis hermanos y sobrinos, por su gratitud, comprensión y apoyo en los momentos difíciles.

A mi esposa “Génesis”, por su gratitud, comprensión y esmerado apoyo en el día a día y en especial en los momentos difíciles.

A mis amigos y demás seres queridos que con su apoyo desinteresado y desmedido, hicieron realidad la culminación de este proyecto.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme la vida y por estos años vividos.

La experiencia adquirida, la sabiduría que me ha dado.  
Agradezco el amor de los míos, tener a mis padres, los sueños que me ha brindado.

A mi asesor Ing. NESTOR RAUL SANDOVAL SALAZAR y todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura por la enseñanza de clases compartidos.

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice de contenidos .....	viii
Resumen .....	xviii
Abstract.....	xix

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades .....	1
1.2. Exploración Preliminar Orientando la Investigación .....	1
1.3. Aspectos Generales De Estudio.....	2
1.3.1. Características Generales.....	2
1.3.1.1. Ubicación Geográfica Del Proyecto .....	2
1.3.1.2. Vías De Acceso .....	3
1.3.1.3 Aspectos Climáticos .....	4
1.3.1.4 Situación Actual De La Vía.....	4
1.3.1.5 Área De Influencia.....	4
1.3.1.6 Población Beneficiada .....	4
1.3.1.7 Condiciones Económicas.....	4
1.3.1.8 Características Socio-Económicas.....	4
1.3.1.9 Actividades Principales y Niveles De Vida.....	5
1.3.1.10 Población Económicamente Activa.....	8
1.3.1.11 Infraestructura de Servicios Básicos.....	8
1.3.1.12 Calendario de Actividades Tradicionales .....	9
1.3.1.13 Descripción del Proyecto.....	9

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes, Planteamiento, Delimitación Y Formulación Del Problema a Resolver,	
2.1.1. Antecedentes Del Problema.....	11
2.1.2. Planteamiento Del Problema .....	11
2.1.3. Delimitacion Del Problema .....	11
2.1.4 Formulacion Del Problema A Resolver.....	12
2.2 Objetivos.....	12
2.2.1. Objetivos General .....	12
2.2.2. Objetivos Especificos .....	12
2.3 Justificación De La Investigación.....	13
2.4 Delimitación De La Investigación.....	13
2.5 Marco Teorico Y Conceptual .....	13
2.5.1 Antecedentes De La Investigación .....	13
2.5.2 Fundamentación Teórica De La Investigación.....	14
2.5.2.1 Definición De Carreteras De Bajo Volúmen De Tránsito .....	14
2.5.2.2. Clasificaciones Funcionales .....	14
2.5.2.3. Clasificaciones de las Carreteras .....	15
2.5.2.4 Derecho De Via .....	18
2.5.2.5 Prevision De Ensanche .....	20
2.5.2.6 Diseño Geometrico .....	19
2.5.2.6.1 Velocidad Directriz.....	20
2.5.2.6.2 Distancia De Visibilidad.....	20
2.5.2. 6.3 Distancia De Visibilidad De Parada .....	20
2.5.2. 6.4 Distancia De Visibilidad De Adelantamiento .....	21

2.5.2.7 Alineamiento Horizontal .....	22
2.5.2.7.1 Consideraciones Para El Alineamiento Horizontal .....	22
2.5.2.7.2 Curvas Horizontales .....	24
2.5.2.7.3 Curvas De Transición .....	25
2.5.2.7.4 Distancia de Visibilidad en curvas Horizontales .....	26
2.5.2.7.5 Peralte De La Carretera .....	27
2.5.2.7.5.1 Peralte De Las Bermas .....	27
2.5.2.7.5.2 Longitud De Rampa De Peralte.....	28
2.5.2.7.6 Banqueta De Visibilidad.....	29
2.5.2.7.7 Elementos De Las Curvas Horizontales .....	30
2.5.2.8 El Perfil Longitudinal .....	31
2.5.2.9 Curvas Verticales.....	32
2.5.2.10 Pendiente .....	34
2.5.2.11 Coordinación Entre El Diseño Horizontal Y Del Diseño Vertical.....	35
2.5.2.12 Seccion Transversal.....	36
2.5.2.12.1 Calzada .....	36
2.5.2.12.2 Berma.....	37
2.5.2.12.3 Ancho de la Plataforma .....	38
2.5.2.12.3.1 Sobreancho .....	38
2.5.2.12.4 Bombeo.....	38
2.5.2.12.5 Plazoletas .....	39
2.5.2.12.6 Taludes.....	39
2.5.2.12.8 Ubicación Del Eje Longitudinal.....	39
2.5.2.12.8.1 Diseño Del Eje Planimetrico .....	40

2.5.2.12.8.2 Nivelacion Del Eje Longitudinal, Colocacion De Puntos De Control, Perfiles Longitudinales .....	41
2.5.2.12.8.3 Obtencion Del Primer B.M.....	41
2.5.2.12.8.4 Nivelacion De Las Estaciones Y Ubicaci3n De Los Bm Del Proyecto .....	41
2.5.2.12.8.5 Seccionamiento Transversal .....	41
2.5.2.13 Dise1o De Afirmados .....	42
2.5.2.13.1 Generalidades .....	42
2.5.2.13.2 Factores Que Intervienen En El Dise1o De Afirmado .....	42
2.5.2.13.3 Momento De Efectuar Un Afirmado .....	43
2.5.2.13.4 Condiciones Que Debe Tener Una Buena Calzada .....	43
2.5.2.13.5 Selecci3n Del Tipo De Afirmado .....	43
2.5.2.13.6 C1lculo Del Indice De Trafico.....	45
2.5.2.13.7 Dise1o Del Afirmado Apropiado .....	47
2.5.2.14 Dise1o Hidraulico De Obras De Arte.....	48
2.5.2.14.1 Generalidades .....	48
2.5.2.14.2 Estudio Hidrologico E Hidraulico .....	49
2.5.2.14.3 Estudio Y Dise1o Del Drenaje Superficial Y Sub Superficial .....	52
2.5.2.14.4 Dise1o De Obras De Arte.....	58
2.5.2.15 Estudio De Suelos Y Canteras.....	65
2.5.2.15.1 Estudio De Suelos.....	65
2.5.2.15.2 Requisito Para El Material De Lastrado .....	74
2.5.2.16 Estudio de Impacto Ambiental .....	74
2.5.3 Marco Conceptual: Terminologia Basica.....	75
2.5.4. Marco Historico.....	78
2.6 Hipotesis a demostrar .....	79

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales .....	80
3.1.1. Recursos Humanos .....	80
3.1.2. Recursos Materiales, Equipos y Servicios.....	80
3.2. Metodología de la Investigación.....	82
3.2.1. Universo, Muestra Población .....	82
3.2.2. Sistema de Variable .....	83
3.2.2.1 Variable Independiente.....	83
3.2.2.2 Variable Dependiente .....	83
3.2.3 Diseño Experimental De La Investigación.....	83
3.2.3.1 Trazo Y Diseño Vial.....	83
3.2.3.2 Características Técnicas. ....	84
3.2.3.3 Trazo, Nivelación Y Secciones Transversales .....	85
3.2.3.3.1 Alineamiento Horizontal. ....	85
3.2.3.3.2 Curvas Horizontales. ....	85
3.2.3.3.3 Secciones Transversales. ....	86
3.2.3.3.4 Trazado Del Perfil Longitudinal.....	87
3.2.4 Diseño De Instrumentos .....	87
3.2.4.1 Trabajos De Campo .....	87
3.2.4.2 Trabajos De Gabinete .....	88
3.2.5 Procesamiento De Información .....	89

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

4.1 Características Más Sobresalientes De La Carretera.....	97
4.2 Resultados Del Estudio De Impacto Ambiental.....	97

4.4 Resultados Del Estudio De Cantera.....	99
4.5 Resultados Sobre El Tráfico Proyectado. ....	99
4.6 Resultados Del Diseño Del Pavimento.....	99
4.7 Resultados Del Presupuesto General.....	99

## CAPÍTULO V

### ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES .....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	104
ANEXOS .....	106

8.1 Anexo 01: Estudio De Mecanica De Suelos

8.2 Anexo 02: Memoria de Cálculo

8.3 Anexo 03: Metrados

8.4 Anexo 04: Presupuesto

8.5 Anexo 05: Resumen de Presupuesto

8.6 Anexo 06: Analisis De Costos Unitarios

8.7 Anexo 07: Determinacion De Insumos

8.8 Anexo 08: Programacion De Obras

8.9 Anexo 9: Calendario De Avance De Obra

8.10 Anexo 10: Especificaciones Tecnicas

8.11 Anexo 11: Planos

## Índice de tablas

Tabla 1: Tasa de mayor crecimiento .....	5
Tabla 2: Tasa de crecimiento Shanao .....	5
Tabla 3: Distancia de visibilidad de parada (metros) .....	21
Tabla 4: Distancia De Visibilidad De adelantamiento .....	22
Tabla 5: Angulos de deflexión.....	23
Tabla 6: Distancia de visibilidad de parada.....	24
Tabla 7: Necesidad de curvas de transición.....	25
Tabla 8: Longitud deseable de la curva de transición .....	26
Tabla 9: Longitud de rampa de peralte .....	28
Tabla 10: Pendientes máximas .....	34
Tabla 11: Pendiente máxima normales.....	34
Tabla 12: Pendientes máximas excepcionales.....	35
Tabla 13: Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente .....	37
Tabla 14: Taludes de relleno .....	39
Tabla 15: Taludes de corte.....	39
Tabla 16: Porcentaje de material granulométrico.....	45
Tabla 17: Índice mmedo diario.....	47
Tabla 18: Dimensiones mínimas de cunetas.....	55
Tabla 19: Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje. ....	68
Tabla 20: Contenidos óptimos de H° y densidades secas Poblacion.....	71
Tabla 21: Valores correspondientes a las muestras patron.....	71
Tabla 22: Clasificación típica de CBR .....	72
Tabla 23: Carga abrasiva máquina de los angeles. ....	72
Tabla 24: Cantidad de las muetras en gramos.. ..	72

Tabla 25: Porcentaje de desgaste para evaua resultado.....	73
Tabla 26 : Clasificación de suelos según índice.....	73
Tabla 27: Períodos de diseño según tipo de carreteras.....	92
Tabla 28: Tráfico actual.....	93
Tabla 29: Calculo del indice medio diario.....	93
Tabla 30: Matriz de impactos ambiental.. ..	97

## Índice de figuras

Figura 1: Localización geográfica de la region san martín .....	2
Figura 2: Localización geográfica del distrito de Shanao .....	3
Figura 3: Localización del caserío Morillo.....	3
Figura 4: Cultivo de Cacao .....	6
Figura 5: Cultivo de Maiz.....	6
Figura 6: Cultivo de Pláano .....	6
Figura 7: Ingreso a caserío morillo.....	7
Figura 8: Obras de arte de la vía deteriorada.....	7
Figura 9: Institución Educativa N° 0371 Morillo.....	8
Figura 10: Características de la vivienda de Morillo.....	9
Figura 11: Derecho vía en zona urbana .....	19
Figura 12: Derecho vía en zona de cultivo .....	19
Figura 13: Derecho vía en zona montaña .....	19
Figura 14: Elementos de una curva horizontal .....	31
Figura 15: Curvas convexa simétrica y asimétrica.....	33
Figura 16: Coordinación de los alineamientos horizontal y verticall.....	36
Figura 17: Elaboración en base a la ecuación de diseño .....	48
Figura 18: Drenajes subterrneos .....	57
Figura 19: Drenes Subterrneos .....	58
Figura 20: Dimensiones de cuneta.....	59
Figura 21: Elementos de la altura crítica en tubos circulares .....	61
Figura 22: Calculo de longitud de una alcantarilla pendiente suave .....	64
Figura 23: Calculo de la longitud de una alcantarilla pendiente suave .....	64
Figura 24: Determinación de espesor de capa granular .....	95

## Índice de planos

Plano Clave	PC-01
Plano de ubicación	U-01
Plano de Seccion Típica	SEC-01
Plano de General	PG-01
Plano de Planta y Perfil Longitudinal	PPL-01
Plano de Planta y Perfil Longitudinal	PPL-02
Plano de Secciones Transversales	ST-01
Plano de Secciones Transversales	ST-02
Detalle de Baden	B-01
Plano de Señalizaciónl	SÑ-01
Plano de señalizacion señales y control en zonas de trabajo	SÑ-02
Plano de detalles de señalizacion	SÑ-02

## Resumen

El presente proyecto "Estudio definitivo del camino vecinal sector Ponguito Morillo, Distrito De Shanao – Lamas, San Martín", es de gran importancia para el desarrollo integral de las comunidades, sirve para integrar los distritos aledaños a la zona de influencia del proyecto. Este estudio permitirá que dicha vía tenga acceso rápido y cómodo.

Para el desarrollo de este proyecto se ha usado el "Manual Para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito" y "Manual de Diseño Geométrico - 2014 del Ministerio De Transportes Y Comunicaciones". Se ha desarrollado el Diseño Geométrico, estudios Geotécnicos, estudios Hidrológicos, Diseño de Capa de afirmado Granular, Evaluación de Impacto Ambiental, Metrados, Análisis de Costos Unitarios, Presupuesto y Cronogramas de Desarrollo de Obra, Especificaciones técnicas.

El camino vecinal que une el sector de Ponguito Morillo se encuentra en pésimas condiciones, por lo que el presente trabajo constituye un aporte importante al desarrollo de estos pueblos.

Este estudio se origina como parte de un acuerdo mutuo entre el tesista en coordinación con el Sr. Alcalde del Distrito de Shanao, para elaborar el proyecto de mejoramiento de la vía antes mencionada.

Los resultados obtenidos evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de las teorías, estudios y resultados alternativos, contundentes que luego del análisis medido pueden ser presentados en forma de proyecto definitivo, evaluando su factibilidad en todo su contexto, optimizando su vialidad. Esto, en la práctica significa que el proyecto elaborado tuvo una evaluación de rutas alternativas habiéndose determinado la más óptima y estableciéndose el presupuesto más conveniente, lo que nos da un proyecto factible de ejecutar, poniéndolo a disposición de los entes que corresponda, para tramitar su financiamiento y ejecución, haciendo posible que la Universidad Nacional de San Martín ejecute su aporte a favor de la sociedad Sanmartinense

Palabras clave: Estudio Definitivo, Camino Vecinal, nivel de Afirmado.

## Abstract

The following project "FINAL STUDY OF THE PONGUITO MORILLO SECTOR, DISTRICT OF SHANAO - LAMAS, SAN MARTIN", is of great importance for the integral development of the communities, it serves to integrate the districts surrounding the zone of influence of the project. This study will allow this route to have quick and convenient access.

For the development of this project the "Manual for the Design of Unpaved Highways of Low Traffic Volume" and "Manual of Geometric Design - 2014 of the Ministry of Transport and Communications" has been used. Geometric Design, Geotechnical Studies, Hydrological Studies, Granular Asset Layer Design, Environmental Impact Assessment, Measurements, Unit Costs Analysis, Budget and Work Development Schedules, Technical Specifications have been developed.

The road that links the Ponguito Morillo sector is in terrible conditions, so this work is an important contribution to the development of these people.

This study originates as part of a mutual agreement between the thesis in coordination with the Mayor of the District of Shanao, to elaborate the improvement project of the aforementioned road.

The results obtained show clearly that it is possible to achieve, from the correct application of the theories, studies and alternative results, conclusive that after the measured analysis can be presented in the form of a definitive project, evaluating its feasibility in all its context, optimizing its road. This, in practice, means that the project has been evaluated alternative routes having determined the most optimal and establishing the most convenient budget, which gives us a feasible project to execute, making it available to the corresponding entities, to process your financing and execution, making it possible for the National University of San Martin to execute its contribution in favor of the San Martín community.

**KEYWORDS:** Definitive Study, Neighborhood Road, Affirmed level.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Generalidades

A lo largo de toda la historia, uno de los problemas primordiales del país ha sido y es el transporte. Actualmente no contamos con una red vial adecuada para cubrir las necesidades existentes en nuestros pueblos, especialmente en los caseríos más alejados, originando de esta manera el subdesarrollo. La falta de caminos y las malas condiciones en que se encuentran éstos, hacen que se incremente el valor adquisitivo de los productos, dando origen a la elevación del costo de vida de la población.

Como conocedores de la pésima situación en la que se encuentra actualmente el camino Sector Ponguito Morillo, Distrito De Shanao - Lamas - San Martín, y conscientes de nuestra responsabilidad como parte integrante de la Universidad Nacional de San Martín, es que tratamos de contribuir a solucionar esta problemática, planteando el mejoramiento de la mencionada vía de comunicación, beneficiando de esta manera a la comunidad usuaria de dicha vía. Este proyecto es de vital importancia por ser una zona netamente agrícola.

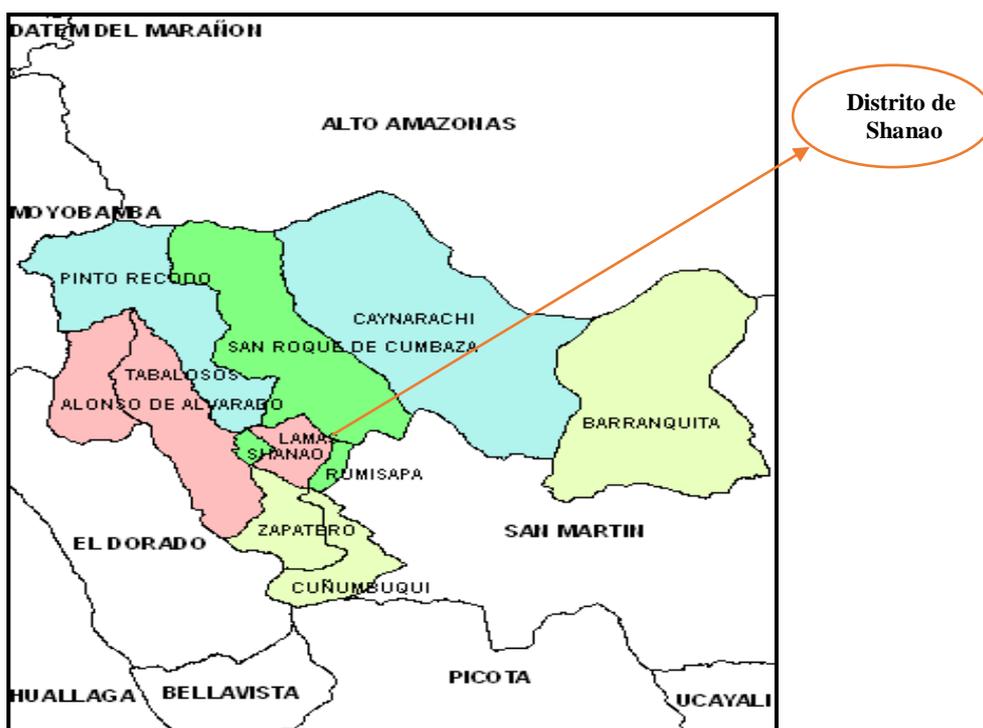
En éste tiempo los pobladores de los distintos caseríos como trasladan sus productos agrícolas y pecuarios hacia el distrito de Shanao por un camino que no cumple los requerimientos necesarios (el mismo que en época de lluvias prácticamente se vuelve intransitable), dando lugar al incremento del costo de la mercancía. Para la realización de éste proyecto es necesario tener muy en cuenta las actividades económicas y sociales de los caseríos existentes, porque de una manera u otra influye en el desarrollo de éste estudio.

### 1.2. Exploracion preliminar orientando la investigacion

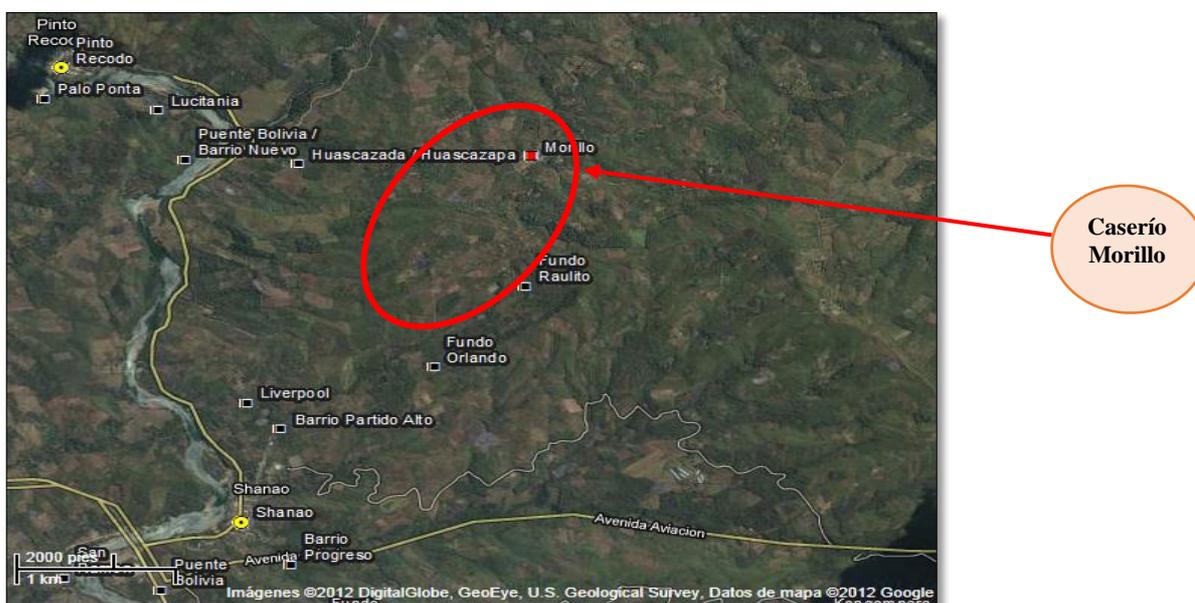
La presente tesis tiene por finalidad principal desarrollar el **“Estudio definitivo del camino vecinal sector Ponguito Morillo, distrito de Shanao - Lamas - San Martín”**.

El área de transportes es una importante necesidad nacional para romper la incomunicación y el desarrollo de los pueblos, en la región San Martín se tienen dificultades para superar los obstáculos naturales y para mejorar su accesibilidad entre ellos, en razón de las particulares características de nuestra topografía y climas propios de nuestra región. La integración es una necesidad no satisfecha desde el punto de vista social, económico y





*Figura 2:* localización geográfica del distrito de shanao



*Figura 3:* localización del caserío de morillo

### 1.3.1.2. Vías de acceso

El acceso a la localidad de Shanao es a través de la carretera F.B.T. Tarapoto – Moyobamba, (Superficie Asfaltada Ruta Nacional R-05) a la altura del Km. 35. Se sigue luego hacia el Sur,

### **1.3.1.3 Aspectos climáticos**

La carretera, que es materia del presente proyecto se localiza en una zona húmeda tropical en plena selva alta. Las precipitaciones pluviales en la cercanía de la carretera está regida por patrones estacionarias con intensidades de media a alta en los periodos lluviosos, presentándose con mayor frecuencia en los meses de Enero, Febrero, Julio y Abril. Con temperaturas medias de 31°C..

### **1.3.1.4 Situación actual de la vía**

En la actualidad la vía que une las localidades de Ponguito - Morillo es mediante camionetas, vehículos menores, a pie y en animales, está constituida por un camino de herradura con varios tramos críticos, baches profundos, material saturado y tramos inundables por aguas provenientes de lluvias, lo cual hace necesario su pronto mantenimiento y la limpieza de las obras de arte que permitan el normal curso del drenaje pluvial, asegurando la transitabilidad en cualquier época del año.

### **1.3.1.5 Área de influencia**

El área de influencia es el corredor a lo largo de la vía presente proyecto de Tesis, dentro del cual la población utiliza el camino para su desplazamiento y realización de sus actividades socioeconómicas y culturales, considerándose en áreas de influencia Directa e Indirecta del distrito de Shanao **SECTOR PONGUITO MORILLO**, así como otras comunidades aledañas.

### **1.3.1.6 Población beneficiaria**

La apertura de la trocha carrozable beneficiara directamente a los poblados de Ponguito - Morillo, que según dato del INEI – Censo del 2007 es un aproximado de 164 habitantes.

### **1.3.1.7 Condiciones económicas**

La población de Ponguito - Morillo, actualmente vive en estado de pobreza y su actividad principal es la producción agropecuaria.

### **1.3.1.8 Características socio económicas**

En los últimos 50 años se ha producido un significativo incremento poblacional a nivel de la región San Martín. El INEI reporta tasas de crecimiento superiores a la Nacional para la Región.

La Región San Martín se encuentra entre las 05 (cinco) primeras con mayor tasa de crecimiento entre 1,940 - 2,007

**Tabla 1:**

*Tasa de Mayor Crecimiento*

<b>Madre de Dios</b>	3.50%
<b>Ucayali</b>	2.20%
<b>Prov. Callao</b>	2.20%
<b>Tacna</b>	2.00%
<b>Lima</b>	2.00%
<b>San Martín</b>	2.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2:**

**Tasa de Crecimiento Shanao**

	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007
<b>Total Perú</b>	2.2	2.9	2.5	2.2	1.5
<b>Dep. San Martín</b>	2.6	3	4	4.7	2
<b>Prov. Lamas</b>					0.43
<b>Shanao</b>				1.9	2.2

Fuente: Elaboración Propia

La comunidad de Morillo, se encuentra interconectado en el eje vial del distrito de Shanao, tiene una tasa de crecimiento del distrito tomado como referencia la provincia fluctúa en un 2.2%, según datos del INEI-2007.

La población de referencia, se encuentra representada por la población del distrito de Shanao y que según el INEI 2007, es de 2,492 habitantes. La población objetivo, está representado por la población involucrada comprendida dentro del área de influencia del proyecto, que involucra al Caserío de Morillo, cuyos habitantes son 164 respectivamente, según encuesta desarrollada en la visita de campo.

### **1.3.1.9 Actividades principales y niveles de vida**

#### **Actividades Agropecuarias**

En el Caserío de Morillo, se puede mencionar según los diagnósticos de campo desarrollados, que la actividad agrícola es la principal fuente de ingresos económicos, y se caracteriza por ser de un nivel tecnológico bajo. Esta actividad principal tiene como cultivos representativos al Cacao, Maíz Amarillo Duro y Plátano; así mismo se puede ver

cultivos de Sacha Inchi, leguminosas, algodón papaya, entre otros. La crianza de animales menores como aves de corral, cerdos, etc.; representan un ingreso adicional a las familias; y su mayoría es para consumo de las familias de Morillo.

La producción de sus cultivos, depende de las lluvias y están directamente influenciados por los fenómenos climatológicos, así mismo, la escasa asistencia técnica y disponibilidad insumos agrícolas, hacen que los niveles de producción y productividad se encuentren por debajo de los óptimos esperados; este análisis a la actividad agropecuaria, es un reflejo que se puede ver en todo el ámbito del distrito de Shanao.



*Figura 4: Cultivo de Cacao*



*Figura 5: Cultivo de Maíz*



*Figura 6: Cultivo de Plátano*

### **Comercialización e Infraestructura Vial**

La población de Morillo, transportan sus productos agrícolas en ciertos tramos con vehículos, en algunos tramos se hace a pie y a lomo de bestia por la trocha carrozable; para allí transportarlo hacia los principales centros de comercialización, los más concurridos son la ciudad de Tarapoto y algunos productos a la localidad de Shanao.

La comercialización se realiza entre los intermediarios y los agricultores, quienes en épocas lluviosas se hace poco transitable la trocha carrozable, haciendo que sus productos se deterioren y originen la pérdida de su producción, en ese sentido, los productos no llegan a los mercados a tiempo, por lo que esta situación repercute en mermar los ingresos potenciales de los pobladores.



**Figura 7:** Ingreso a caserío Morillo en mal estado de transitabilidad



**Figura 8:** Obras de arte de la vía deterioradas

## Niveles de vida

Como se ha descrito anteriormente la principal fuente de ingresos de la población constituye la agricultura, la misma que al ser migratoria y de autoconsumo no le permite acceder a niveles de ingreso superiores a **S/.250.00** por personas económicamente activa en promedio.

### 1.3.1.10 Población económicamente activa

Los Sectores de Ponguito y Morillo se cuenta con una población de 164 según (INIE Censo Nacional 1993 IX Población y tasa de crecimiento 2.2%) de los cuales el 65.46% corresponden a personas entre los 15 y 68 años de edad, que son los que conforman la población económicamente activa.

### 1.3.1.11 Infraestructura de servicios básicos

**Educación:** El Casero de Morillo, cuenta con una Institución Educativa N° 0371, de nivel primario-inicial, donde se cuenta con tres docente y una población estudiantil de 52 alumnos, la demanda social por servicios educativos es creciente y su atención se hace cada vez más difícil, por limitaciones de orden económico que no permite una adecuada cobertura del servicio educativo, especialmente en las zonas rurales. Así mismo, se aprecia una serie de dificultades tanto para el desplazamiento del docente hacia su Institución Educativa, como la implementación de las mismas en forma adecuada, la que no se puede realizar debido a la dificultad en los accesos.



*Figura 9: Institución Educativa N° 0371-Morillo*

**Saneamiento.-** Las comunidades involucradas, no cuenta con el servicio de agua potable, solo captan agua de pequeñas quebradas. Referente a la disposición final de excretas existe infraestructura de letrinas en las viviendas.

**Electrificación.-** No se cuenta con este servicio.

**Comunicación.-** No existe tendido de línea telefónica.

**Vivienda.-** Los materiales que se emplean en la construcción de sus viviendas en su gran mayoría son de caña brava y de cobertura de calamina, y algunos con materiales de la zona.



*Figura 10: Características de las viviendas de Morillo*

#### **1.3.1.12 Calendario de actividades tradicionales.**

**Fiesta Patronal de Santísima Cruz de Mayo y Virgen de la Alegría en los meses de Abril y Mayo.**

#### **1.3.1.13 Descripción del proyecto**

El presente trabajo es el Estudio definitivo del Camino Vecinal Sector Ponguito Morillo, que comprende el Diseño Geométrico del camino vecinal de 1+900 KM, con un ancho de vía de 4.50 m. a nivel de afirmado granular de  $e = 0.20\text{m}$ , construcción de obras de arte como: 01 Badén de concreto armado de 5.10 x 6.00, construcción de cunetas sin revestir triangulares. Se prevé la implementación de señales adecuados para la vía, como son 2 hitos kilométricos, 13 señales preventivas, 02 señales informativas y el desarrollo del estudio de impacto ambiental, además de efectuar los metrados, Costos Unitarios, Presupuesto, Programación de obra, Cronogramas y especificaciones técnicas.

Por ello, en el presente proyecto de Tesis, se describen las acciones necesarias para el mejoramiento, rehabilitación de la Carretera Vecinal que se inicia en el Sector Ponguito, vía en mal estado a nivel de trocha carrozable sobre terrenos ondulados, en algunos tramos se recorre cumbres o partes altas de cerros, con pendientes y curvas verticales y horizontales excesivamente pronunciadas. Dichas pendientes superan el 20% para lo cual se tuvo que realizar cortes de gran profundidad para poder alcanzar la pendiente máxima del 15% ,hasta llegar a la comunidad denominado Morillo (1+900) el cual es punto final del tramo en estudio.

Del resultado del inventario vial realizado se puede concluir que este camino vecinal se encuentra en pésimo estado, no tiene recibe mantenimiento y tiene sectores críticos con anchos insuficientes, presenta múltiples baches vegetación arbustiva en las bermas y serios problemas de drenaje, debido a la carencia de cunetas, obras de arte.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver**

##### **2.1.1 Antecedentes del problema**

Los pobladores de los **Sectores Ponguito Morillo** y alrededores teniendo la necesidad de transportar sus productos agrícolas a los diferentes mercados locales y regionales, han solicitado la elaboración del proyecto del diseño de la carretera, que en la actualidad se encuentra deteriorada e intransitable a lo largo de su eje. El presente estudio nace como resultado de una necesidad prioritaria y de urgencia de los Sectores beneficiarios y alrededores, tanto por iniciativa de la población en general así como la Comuna local que vela por el desarrollo de su pueblo y comunidades en general, y teniendo en cuenta que el estado de la carretera es crítico, presentado ahuellamientos, huaycos, ancho insuficiente, falta de obras de arte y drenaje, a lo largo de todo su recorrido, y con apoyo de la Municipalidad distrital de Shanao, se ha visto por conveniente se realice la formulación del proyecto y la búsqueda de financiamiento para su ejecución posterior. Casi en todo el tramo de la vía existe este déficit de nivel de transitabilidad vehicular por lo tanto existe dificultad de traslado de pasajeros Y carga, por lo que es necesario contribuir con la solución, debido a que en la zona se desarrolla una gran producción agrícola

##### **2.1.2 Planteamiento del problema**

**¿Por qué realizar el Estudio Definitivo del Camino Vecinal SECTOR PONGUITO MORILLO, DISTRITO DE SHANAO - LAMAS - SAN MARTIN?**

##### **2.1.3 Delimitación del problema**

###### **Alcances**

El desarrollo del trabajo de Tesis pretende desarrollar el Estudio Definitivo a nivel de ejecución del camino vecinal en base a los trabajos de campo y gabinete respaldados por los correspondientes fundamentos teóricos intervinientes como son: Topografía. Mecánica de suelos, hidrología, impacto ambiental, diseño del pavimento. Drenaje vial y presupuesto debidamente optimizado.

El proyecto definitivo al ser ejecutado pretende mejorar las condiciones socioeconómicas de la población beneficiada e incorporarse al sistema de caminos vecinales de la Red Vial Nacional.

### **Limitaciones**

Contamos con escasa bibliografía para realizar ese tipo de trabajo en zonas de selva, pero aplicado la ciencia y tecnología tomadas de las aulas y experiencia de los docentes, se podrá desarrollar el presente trabajo.

#### **2.1.4 Formulación del problema a resolver**

¿El estudio definitivo a nivel de Afirmado del Camino Vecinal **SECTOR PONGUITO MORILLO, DISTRITO DE SHANAO - LAMAS - SAN MARTIN**, proporcionará los lineamientos para la elaboración del expediente técnico?

### **2.2 Objetivos**

#### **2.2.1. Objetivos general**

Elaborar el Proyecto "**Estudio definitivo del camino vecinal Sector Ponguito Morillo, distrito de Shanao – Lamas – San Martín**", que permitirá dar una solución a mediano o largo plazo, y por ende propiciar el desarrollo integral del comercio entre este distrito y sus caseríos.

#### **2.2.2. Objetivos específicos**

Diseñar los elementos Geométricos de la vía.

Realizar los estudios Geotécnicos.

Diseñar la Capa de Revestimiento Granular.

Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental.

Diseñar obras de artes funcionales y económicos para la vía.

Realizar el estudio de impacto ambiental.

Dotar a la vía de un buen sistema de señalización, de manera de aminorar los accidentes de tránsito.

Efectuar los Metrados, Costos Unitarios, presupuesto y programación de obra.

### **2.3 Justificación de la investigación**

**Porque** en la actualidad no se cuenta con el proyecto "**Estudio definitivo del camino vecinal sector ponguito morillo, distrito de Shanao – Lamas – San Martín**".

*¿Por qué?*

Porque esta carretera no cuenta con Estudio Definitivo, pues sólo tiene estudios a nivel de Perfil, los cuales se encuentran en condición de viable. Por ello se ha visto por conveniente y se han hecho las coordinaciones correspondientes con la entidad competente realizar el presente estudio el cual servirá como documento principal en la ejecución posterior de esta obra contribuyendo así a mejorar el desarrollo socioeconómico de los Sectores Ponguito - Morillo y demás caseríos cercanos.

*¿Para qué?*

Para optimizar el tiempo de viaje de los Sectores Ponguito - Morillo del distrito de Shanao, mejorando de esta manera el nivel de vida de la población de la zona, esto reducirá el problema de transitabilidad entre los Sectores beneficiados, principalmente genera facilidad en el transporte de los productos agrícolas, hacia los mercados más cercanos.

### **2.4 Delimitación de la investigación**

La presente Investigación está delimitada por el área del estudio a realizarse en este caso en el Camino Vecinal **Sector Ponguito Morillo, Distrito De Shanao - Lamas - San Martín** y se circunscribe al área delimitada por la vía de dicho camino más la franja dentro del derecho de vía a ambos costados, según sea necesario.

### **2.5 Marco teorico y conceptual**

#### **2.5.1 Antecedentes de la investigación**

**Céspedes, J (2008)**, publica su libro denominado: “Carreteras, Diseño Moderno” libro consultado para elaboración del presente proyecto pues detalla los estudios definitivos en carretera.

**Olivera, F (2006)**, publica en su libro denominado: publica en su libro denominado: “Estructuración de Vías Terrestres”, libro consultado para la elaboración de este proyecto detalla la práctica para la estructuración de vías terrestres y ponerlo al alcance de los profesionales, estudiantes y proyectistas; encargados de la construcción de vías terrestres, vías férreas, calles.

**Instituto de Gerencia y Construcción** publica en su libro denominado: “Diseño, construcción y Mantenimiento”, libro consultado para la elaboración de este proyecto nos habla sobre el rol que tiene la topografía en la elaboración de los proyectos ya que estos depende los criterios que tomara el proyectista, Así como el estudio de pre inversión en carreteras.

**Edición Ciencias**, publica su libro denominado: “El arte del trazado de Carreteras”, libro consultado para la elaboración del presente pues detalla las pautas y criterios para el trazado de carreteras.

**Pinedo, A (2009)**, en su tesis: Diseño y Rehabilitación del camino vecinal Pelejo-Papaplaya, nos indica la importancia de las obras de drenaje dentro el diseño de una carretera.

**Ponce, J M (2011)**, en su tesis: Estudio definitivo a nivel de ejecución del camino vecinal calzada – sector Potrerillo tramo: km 0 + 000 – km 2 +920, nos indica los criterios para el diseño de Afirmados en una infraestructura vial.

**Villegas, J G y Salas, J**, en su Tesis Diseño Geométrico y de Afirmados de la Carretera Ledoy Bellavista, nos indica las bases teóricas del Diseño Geométricos y de Afirmados.

## **2.5.2 Fundamentación teórica de la investigación**

### **2.5.2.1 Definición de carreteras de bajo volúmen de tránsito**

La American Association of State Highway and Transportation Officials, define una carretera de bajo volumen de tránsito como una carretera que es funcionalmente clasificada como una carretera local y tiene un diseño para un tráfico de diseño promedio de 400 vehículos por día o menos.

Siendo de manera aclarativa que una carretera de bajo volumen de tránsito es una carretera local cuya función primaria es de proveer una vía de entrada para residencias, zonas agrícolas, negocios, otra propiedad lindante, etc.

### **2.5.2.2. Clasificaciones funcionales.**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, nos da algunas definiciones que deben tenerse en cuenta, tales como:

Camino Vecinal.- Es el elemento básico del Sistema Vecinal que constituye la red alimentadora del Sistemas Departamental y/o Nacional, y esencialmente son aquellos que unen pequeños poblados entre sí, o los vinculan a carreteras más importantes, por lo cual el tráfico de diseño está clasificado como de bajo volumen, y en consecuencia sus características están comprendido entre las que corresponden a una trocha carrozable y las de una Carretera de 3ra. Clase.

Tráfico de Diseño.- Es aquel que se utiliza para determina las características geométricas, así como el tipo de pavimento del camino. El volumen considerado será el índice Medio Diario (IMD).

Bajo Volumen.- Tráfico de Bajo Volumen es aquel cuyo IMO es inferior a 200 vehículos/día, y cuya distribución horaria es aproximadamente uniforme, sin mostrar horas punta definida.

Trocha Carrozable.- Es la categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores, constituido con un mínimo movimiento de tierra suficiente únicamente para proveer una superficie de sección transversal que permita el paso de un vehículo, y cuyos alineamientos horizontal y vertical se ajustan a las inflexiones del terreno. Este tipo de camino es el que se utiliza en la primera etapa de la construcción de una obra para tener acceso a determinados frentes de trabajo, para la explotación de minas, de producción, reducida o canteras de materiales, para la explotación forestal en pequeña escala, etc.

Carretera de 3ra. Clase.- Son aquellas cuyas características deben satisfacer un tráfico de diseño hasta de 400 vehículos/día y en las cuales la necesidad de observar determinados valores de la velocidad directriz obligan a la ejecución de un estudio técnico-económico detallado, para elegir sus características más convenientes.

### **2.5.2.3. Clasificación de las carreteras**

El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014) clasifican las carreteras según los conceptos siguientes:

#### **Clasificación de las Carreteras según su Función**

Sistema Nacional.- Conformado por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.

Sistema Departamental.- Constituyen la Red Vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división política de la nación, o en zonas de influencia económica; constituyen las carreteras troncales departamentales.

Sistema Vecinal.- Compuesta por Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones y Caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos poblacionales.

### **Clasificación de Acuerdo a la demanda**

Autopistas de Primera clase.

Son carreteras con IMDA (índice Medio diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Autopistas de Segunda Clase

Son carreteras con un IMOA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) Que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Segunda Clase

Son carreteras con IMOA entre 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales en su defecto con dispositivos de seguridad vial, Que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

#### Carreteras de Tercera Clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

#### Trochas carrózales

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. la superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

### **Clasificación por Orografía**

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

#### Terreno Plano (Tipo 1).

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

#### Terreno Ondulado (Tipo 2).

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% Y 50% Y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de

tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

Terreno Accidentado (Tipo 3).

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% Y el 1000A! y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

Terreno Escarpado (Tipo 4).

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 1000/0 y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

#### **2.5.2.4. Derecho de vía**

Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuarios, cuya propiedad corresponde al Estado.

Ancho del Derecho de Vía

En Zona Urbana: El ancho necesario no será menor de 10.0 metros, es decir 5.0 metros a cada lado del eje de la carretera.

En zonas de Cultivo: El ancho requerido no será menor de 15.00 metros, es decir 7.50 metros a cada lado del eje de la carretera.

En Terrenos Eriazos o Zona de Montaña: El ancho requerido será de 20.00 metros es decir 10.00 metros a cada lado del eje de la carretera.

Mayor Ancho: En cualquier caso, el Derecho de Vía se extenderá hasta 5.00 metros más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes, o del borde más alejado de las obras de protección o de drenaje que sea necesario construir.

Zona de Propiedad Restringida

A cada lado de la franja que constituye el Derecho de Vía se delimitará una Zona de Propiedad Restringida, de 10.0 metros de ancho, la cual podrá ser utilizada por sus

propietarios, bajo condición de que no ejecuten construcciones de carácter permanente en ellas.

En las Zonas Urbanas no será necesario establecer estas áreas de propiedad restringida.

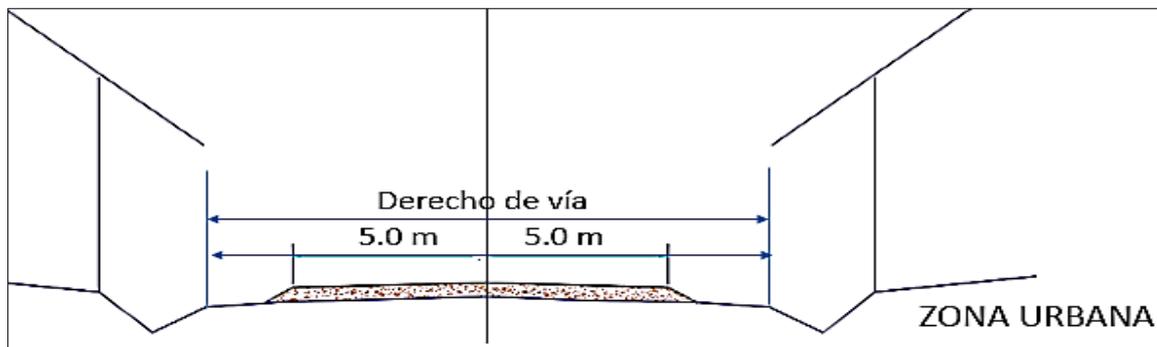


Figura 11: Derecho de vía en zonas urbanas

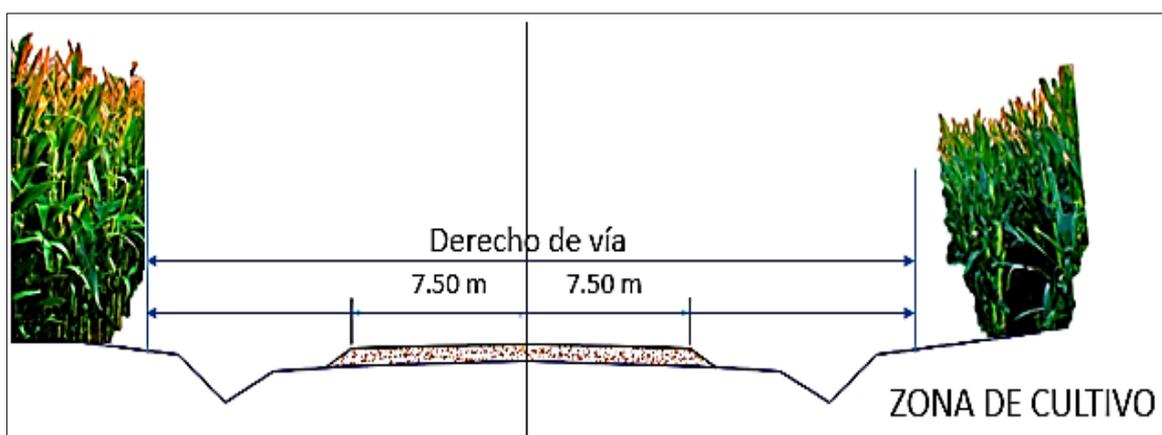


Figura 12: Derecho de vía en zonas de cultivo

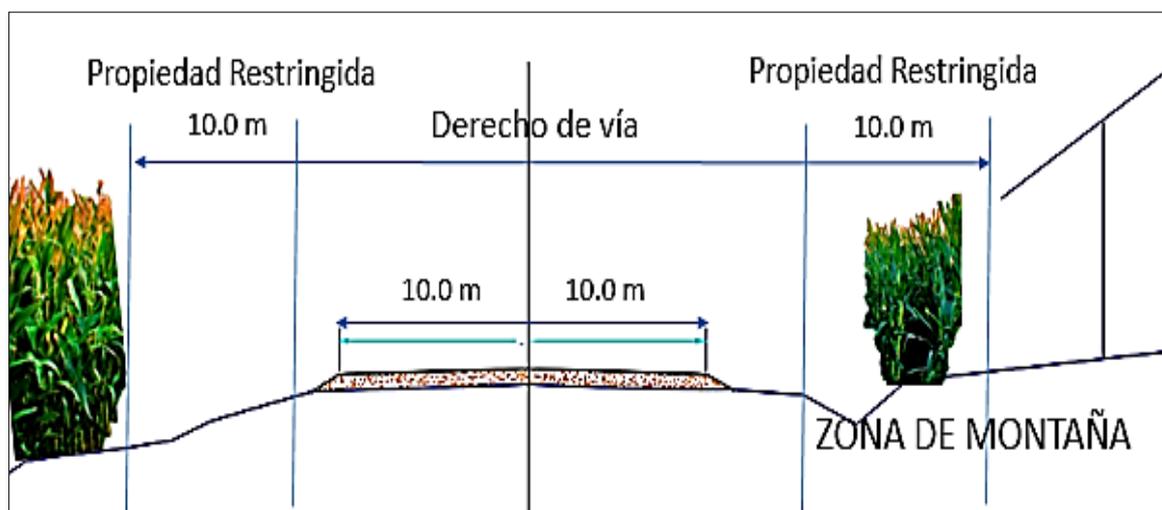


Figura 13: Derecho de vía en zonas de montaña o terrenos eriazos

### **2.5.2.5. Previsión 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”.

### **2.5.2.6. Diseño geométrico**

#### **2.5.2.6.1. Velocidad directriz**

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

**Variación de la velocidad Directriz:** Los cambios repentinos de la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Deben existir razones que justifique la necesidad de realizar cambios, estos se efectuaran en incrementos o decrementos de 15 km./h o en el 20% de la velocidad directriz ,debiendo tomarse el menor de ellos.

#### **2.5.2.6.2. Distancia de visibilidad**

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia.

#### **2.5.2.6.3. Distancia de visibilidad de parada**

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

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

**Tabla 3***Distancia de visibilidad de parada (metros)*

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

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras no pavimentadas de Bajo Volumen De Transito.

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

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada. En la tabla 3 se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En carreteras de muy bajo volumen de tránsito, de un solo carril y tráfico en dos direcciones, la distancia de visibilidad deberá ser por lo menos dos veces la correspondencia a la visibilidad de parada.

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

#### **2.5.2.6.4. Distancia de visibilidad de adelantamiento**

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

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

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

La distancia de visibilidad de adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad directriz tal como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Distancia de visibilidad de adelantamiento*

Velocidad directriz km/h	Distancia de visibilidad de adelantamiento
<b>30</b>	200
<b>40</b>	270
<b>50</b>	345
<b>60</b>	410

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.

### **2.5.2.7. Alineamiento horizontal**

#### **2.5.2.7.1. Consideraciones para el alineamiento horizontal**

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

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez controla la distancia de visibilidad.

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

En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse, el empleo de curvas con radio mínimo. En general se deberá tratar de usar curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangentes y curvas se suceden armónicamente. Se restringirá en lo posible el empleo de tangentes excesivamente larga, con el fin de evitar el encandilamiento nocturno prolongado, y la fatiga de los conductores durante el día.

Al término de tangentes largas, donde es muy probable que las velocidades de aproximación de los vehículos sean mayores que la velocidad directriz, las curvas horizontales tendrán radios de curvatura razonablemente amplios. Deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de grandes radios a otra de radios marcadamente menores. Deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una zona y otra, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo.

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión. En la Tabla 5 se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

**Tabla 5**

***Ángulos de deflexión máximos para los que no se requieren curva horizontal***

Velocidad directriz km/h	Ángulos de deflexión máximos
30	2°30'
40	2°15'
50	1°50'
60	1°30'

*Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.*

Para evitar la apariencia de alineamiento quebrado o irregular, es deseable que, para ángulos de deflexión mayores a los indicados en la Tabla 5 la longitud de la curva sea por lo menos de 150m. Si la velocidad directriz es menor a 50 km/h y el ángulo de deflexión es mayor que 5°, se considera como longitud de curva mínima deseada la longitud obtenida con la siguiente expresión:  $L = 3V$  ( $L$  = longitud de curva en metros y  $V$  = velocidad en km/hora). Es preferible no diseñar longitudes de curvas horizontales mayores a 800 metros.

Se evitará, en lo posible, los desarrollos artificiales. Cuando las condiciones del relieve del terreno hagan indispensable su empleo, el proyectista hará una justificación de ello. Las ramas de los desarrollos tendrán la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible, evitando la superposición de varias de ellas sobre la misma ladera. Al proyectar una sección de carretera en desarrollo, será, probablemente, necesario reducir la velocidad directriz.

Las curvas horizontales permitirán, cuando menos, la visibilidad igual a la distancia de parada según se muestra en la **Tabla 6**.

Deben evitarse los alineamientos reversos abruptos. Estos cambios de dirección en el alineamiento hacen que sea difícil para los conductores mantenerse en su carril. También es difícil peraltar adecuadamente las curvas. La distancia entre dos curvas reversas deberá ser por lo menos la necesaria para el desarrollo de las transiciones de peralte.

No son deseables dos curvas sucesivas del mismo sentido, cuando entre ellas existe un tramo corto, en tangente. En lo posible se sustituirán por una sola curva, ó se intercalará una transición en espiral dotada de peralte.

El alineamiento en planta deberá satisfacer, las condiciones necesarias de visibilidad de adelantamiento, en tramos suficientemente largos y con una frecuencia razonable a fin de dar oportunidad a que un vehículo adelante a otro.

**Tabla 6**

*Distancia de visibilidad de parada (metros)*

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.

### 2.5.2.7.2. Curvas horizontales

El mínimo radio de curvatura es un valor límite está dado en función del valor máximo de peralte y del factor máximo de fricción, para una velocidad directriz determinada. En la Tabla 7, 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 peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general deberá tratarse de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

$$R = \frac{V^2}{127(0.01 e_{max} + f_{max})} \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

R = Mínimo Radio de curvatura

$e_{max}$  = Valor máximo del peralte

$f_{máx}$  = factor máximo de fricción

V = Velocidad específica de diseño

Los valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción en la Tabla 302.04 del Manual de Carreteras de Diseño Geométrico 2014.

### 2.5.2.7.3. Curvas de transición

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

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobre ancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición. Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en la Tabla N°07, se usarán curvas de transición. Cuando se usen curvas de transición, se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.

**Tabla 7:**

#### Necesidad de curvas de transición

Velocidad Directriz Km./H	Radio (m)
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.

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

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

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

$R$  = Radio de la curvatura circular horizontal.

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

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

$V$  = Velocidad directriz en Km./h.

La longitud deseable de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en la Tabla 8

**Tabla 8**

*Longitud Deseable de la Curva Transición*

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

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.

#### 2.5.2.7.4. Distancia de visibilidad en curvas horizontales

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

Cuando hay obstrucciones a la visibilidad (tales como taludes de corte, paredes o barreras Longitudinales) en el lado interno de una curva horizontal, se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

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

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad será el calculado por la expresión siguiente:

$$M = R \left( 1 - \cos \frac{28.65S}{R} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

M= Ordenada media o ancho mínimo libre

R= Radio de la curva horizontal

S= Distancia de visibilidad

#### **2.5.2.7.5. El peralte de la carretera.**

Se denomina peralte a la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga del vehículo.

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 peralte también puede calcularse mediante las formulas:

$$\rho = \frac{V^2}{127R} - f \dots\dots\dots(5)$$

Dónde:

$\rho$  : Peralte máximo

V: Velocidad de Diseño (km/h)

R: Radio mínimo absoluto (m)

F: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V

#### **2.5.2.7.5.1. Peralte de las bermas**

La berma situada en la parte inferior del peralte, seguirá la inclinación de este. La berma situada en la parte superior será en lo posible horizontal o con inclinación igual a la del bombeo en sentido contrario al de la inclinación del peralte de modo que escurra hacia la cuneta y no hacia el Afirmado.

### 2.5.2.7.5.2. Longitud de rampa de peralte

Se utiliza con el fin de evitar la brusquedad en el cambio de un alineamiento de un tramo recto a un tramo en curva. El borde del Afirmado varía a lo largo de su desarrollo entre dichas secciones, generando una longitud de rampa ( $L_{rp}$ ) o longitud de transición tanto Por bombeo como por peralte, esta longitud de obtendrá sin sobrepasar los siguientes incrementos de la pendiente del borde del Afirmado (Item 5.3.4.5 De las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras)

La longitud de peralte y de bombeo está dada por :

$$L_b = \left( b * \frac{A}{2} \right) (0.5 \text{ o } 0.7) \dots\dots\dots(6)$$

$$L_p = \left( p * \frac{A}{2} \right) (0.5 \text{ o } 0.7) \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

A=Ancho de Afirmado en m.

P=Peralte en %

B=Bombeo en % = 2%

**Se usa:**

0.5 si el peralte es menor al 6%

0.6 si el peralte es mayor al 6%

Luego la longitud de rampa es igual a:

$$L_{rp} = L_r + L_p \dots\dots\dots(8)$$

La longitud de rampa de peralte se indica en la tabla siguiente:

**Tabla 9**

*Longitud de Rampa de Peralte*

Ancho pav.	Bombeo	Peralte (%)								
	(%)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	9	12	15	18	21.02	17.14	19.29	21.43	25.71
	2	12	15	18	21	24	19.2	21.4	23.5	25.7
	3	15	18	21	24	27	21.4	23.5	23.5	27.8

*Fuente: Normas Peruanas de diseño de Carretera.*

La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje de giro del peralte

Cuando un vehículo se desplaza a lo largo de una curva, ocupa un ancho mayor que en tramos rectos, por lo que es necesario ampliar o ensanchar la faja de rodadura.

Dicha variación es función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad directriz, los valores del sobreancho se han calculado usando usando la fórmula de la lámina N°5.3.5.2 de las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras, debiendo usarse valores múltiplos de 0.30 m, siendo este el mínimo valor de diseño. La fórmula usada es la siguiente:

$$S = n[R\sqrt{R^2 + P^2}] + \frac{V^2}{10\sqrt{R}} \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

S = Sobreancho en metros

R = Radio de la curva horizontal en metros

N = Número de carriles

L = Distancia desde el eje trasero hasta la línea delantera de la defensa del vehículo, "Capota". ( $L_{\min}=6m$ )

V = Velocidad directriz (km/hr)

El valor del sobreancho encontrado mediante la fórmula anterior afectara solamente a la superficie de rodadura y seguirá la misma inclinación del peralte respectivo, permaneciendo inalteradas las dimensiones y la inclinación de las bermas .Su valor se adosara íntegramente al lado interior de las curvas, pues estas no están provistas de espirales de transición, su aplicación será gradual comenzando en el punto donde empieza la rampa de peralte, de modo que cuando llegue al PC de a curva tengamos el sobreancho adoptado, el cual seguirá uniforme hasta PT y desde allí ira creciendo hasta perderse en el punto donde termina la rampa de peralte.

#### **2.5.2.7.6. Banqueta de visibilidad**

Cuando se tiene secciones en corte completo o a media ladera, de modo que el talud de corte esta al interior de la curva, el conductor al reconocer la curva logra tener una visibilidad en radios que son cuerdas tangentes al talud de corte a la altura del operador, si

aquella tangente no tiene la distancia aproximada para maniobrar cuanto menos la parada, indiscutiblemente siempre existirá el riesgo de que el vehículo choque ante un objeto que está detenido en el carril de su trayectoria.

Existe la posibilidad que mediante un análisis numérico se haga el chequeo de la visibilidad y si el caso lo requiere diseñar el correspondiente corrimiento del talud de corte (Banqueta de visibilidad), de modo que finalmente la visibilidad en la curva está garantizada.

#### 2.5.2.7.7. Elementos de las curvas horizontales

Los elementos de las curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo son.

- PI : Punto de intersección de dos alineamientos
- Pc : Principio de curva.
- PT : Principio de tangencia o termino de curva.
- I : Angulo de intersección de dos alineamientos.
- R : Radio de la curva.
- T : Tangente de la curva.
- E : Externa.
- Lc : Longitud de curva circular (arco PC-PT).
- C : Cuerda entre el PC y PT.
- F : Flecha.

Las fórmulas para el cálculo de los elementos de la curva son :

$$\text{Longitud de Tangente: } T = R \left[ \tan \left( \frac{I}{2} \right) \right] \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{Longitud de curva} \quad : Lc = \pi(R * I)/180 \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{Longitud de Cuerda} \quad : O = 2R \text{Sen} \left( \frac{I}{2} \right) \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{Longitud de Flecha} \quad : F = R \left[ 1 - \text{Cos} \left( \frac{I}{2} \right) \right] \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$\text{Longitud de Externa} \quad : E = R \left[ \text{Sec} \left( \frac{I}{2} \right) - 1 \right] \quad \dots\dots\dots(14)$$

R : Radio de la curva en metros.

I : Angulo de intersección de los alineamientos que generan la curva.



### 2.5.2.9 Curvas verticales

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable. Se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola del eje vertical.

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas.

Las curvas verticales pueden ser:

Por su forma; cóncava y convexas.

Por la longitud de sus ramas: simétricas y asimétricas

Para curvas simétricas: cóncava y convexas

Donde:

PCv. : Principio de Curva Vertical

PIv : Punto de Intersección Vertical

PTV : Termino de Curva Vertical.

Las formulas empleadas son:

$$A = S_1 (\%) - S_2 (\%)$$

$$Y_i = x_i^2 / 200L$$

$$M = LA / 800$$

Donde:

A : Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

S<sub>i</sub> : Pendiente en cada tramo de Subrasante

L : Longitud de la curva vertical

X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub> : Coordenadas rectangulares de un punto cualquiera de la curva, tomados a partir de PCV.

M : Ordenada media

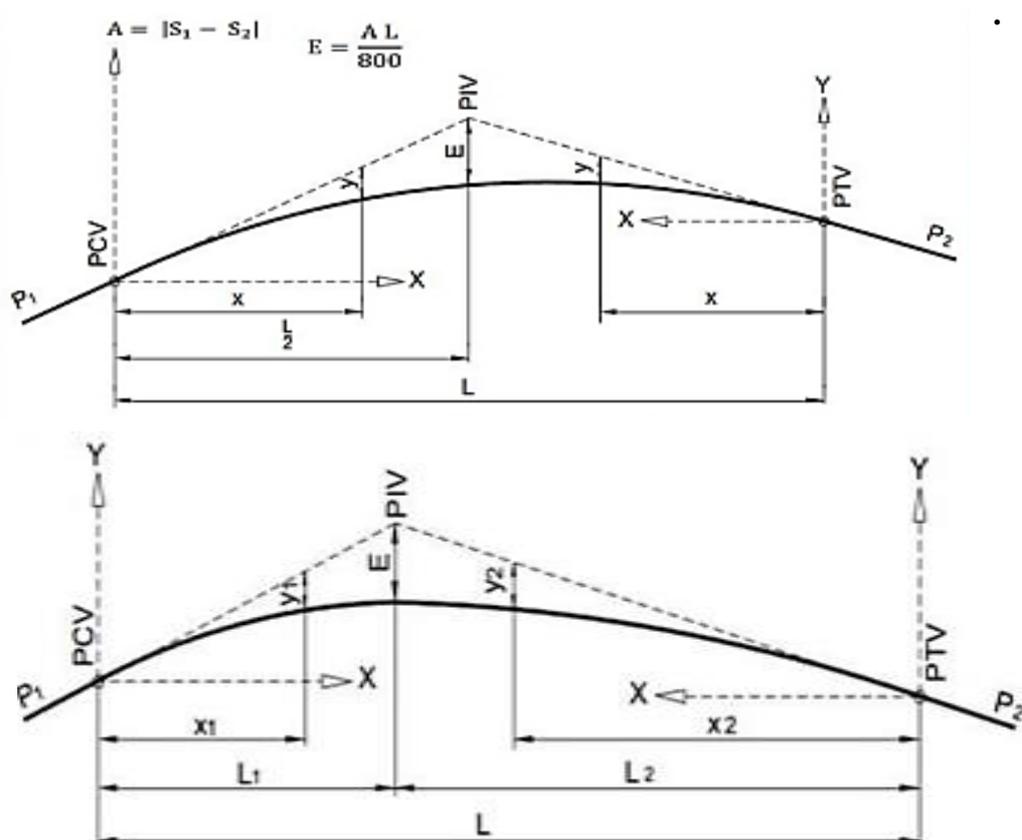


Figura 15: Curvas Convexa simétrica y asimétrica: Fuente :Diseño Geométrico de Carreteras

Para Curvas Asimétricas: Cóncavas y Convexa.

Las formulas empleadas son:

$$A = S_1 (\%) - S_2 (\%)$$

$$M = (L_1 L_2 A) / 200 (L_1 + L_2)$$

$$Y_1 = (X_1)^2 m / L_1^2$$

La longitud de las curvas cóncavas se determinara con el grafico de la lámina 5.5.3.3.a de las Normas peruanas de diseño de carreteras, cuando se desee contar con las distancias de visibilidad de parada, la longitud de las curvas cóncavas.

Algunas veces se presenta casos en que no se pueda diseñar con las N.P.D.C.,o cuando esta da valores muy pequeñas y no existen restricciones topográficas, de drenaje,etc.,se tomara el criterio sugerido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción , de dar a la curva vertical una longitud de 80m.

### 2.5.2.10 Pendiente

La pendiente (i) de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera.

#### Pendiente Mínima

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%.

**Tabla 10**

*Pendientes máximas*

Orografía \ Vel.de diseño	Terreno Plano	Terreno ondul.	Terreno Montañ.	Terreno Escarp.
<b>20</b>	8	9	10	12
<b>30</b>	8	9	10	12
<b>40</b>	8	9	10	10
<b>50</b>	8	9	8	8
<b>60</b>	8	9	8	8

Fuente: M.D.C..P.V.B.T

#### Pendiente máxima

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

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Pendientes máximas normales*

Altitudes(m.s.n.m)	Pendientes(%)	Long.Max. (m)
< 3000	<b>7</b>	<b>800</b>
>3000	<b>6</b>	<b>800</b>

Fuente: N.P.D.C

### **Pendiente máxima excepcional**

Se recurrirá al empleo de ella cuando existan motivos justificados para su uso y especialmente si el empleo de pendientes menores induce a alargamiento innecesario o aumento de tortuosidad en el trazado u obras costosas. De acuerdo a la tabla 5.5.4.4 de las Normas peruanas de diseño de carreteras, se ha considerado:

**Tabla 12**

*Pendientes máximas excepcionales*

Altitudes(m.s.n.m)	Pendientes(%)	Long.Max. (m)
< 3000	<b>8</b>	<b>300</b>
>3000	<b>7</b>	<b>300</b>

*Fuente: N.P.D.C*

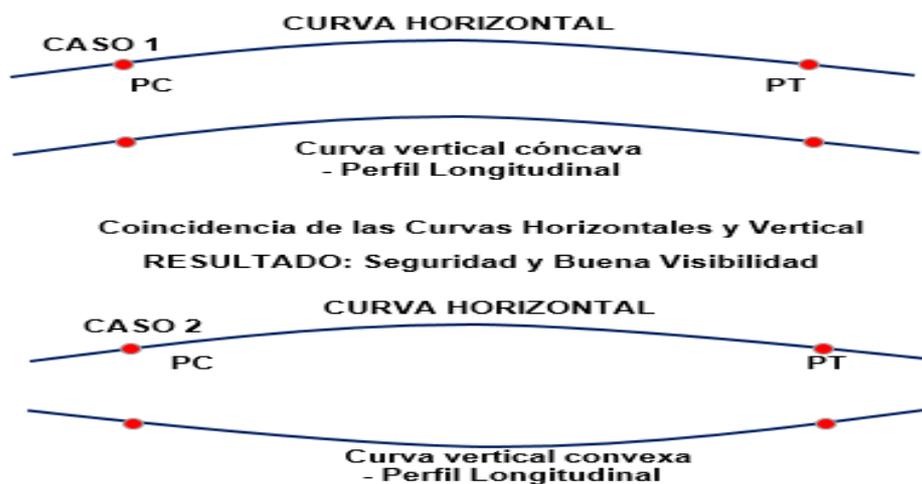
#### **2.5.2.11 Coordinación entre el diseño horizontal y del diseño vertical**

El diseño de los alineamientos horizontal y vertical no debe realizarse independientemente. Para obtener seguridad, velocidad uniforme, apariencia agradable y eficiente servicio al tráfico, es necesario coordinar estos alineamientos. (Figura N°04).

La superposición (coincidencia de ubicación) de la curvatura vertical y horizontal generalmente da como resultado una carretera más segura y agradable. Cambios sucesivos en el perfil longitudinal no combinados con la curvatura horizontal, pueden conllevar una serie de depresiones no visibles al conductor del vehículo. No es conveniente comenzar o terminar una curva horizontal cerca de la cresta de una curva vertical. Esta condición puede resultar insegura especialmente en la noche, si el conductor no reconoce el inicio o final de la curva horizontal. Se mejora la seguridad si la curva horizontal guía a la curva vertical. La curva horizontal debe ser más larga que la curva vertical en ambas direcciones.

Para efectos del drenaje, deben diseñarse las curvas horizontal y vertical de modo que éstas no sean cercanas a la inclinación transversal nula en la transición del peralte. El diseño horizontal y vertical de una carretera deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que circulando a la velocidad de diseño, se produzcan pérdidas visuales de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores. Para conseguir una adecuada coordinación de los diseños, se tendrán en cuenta las

siguientes condiciones: Los puntos de tangencia de toda curva vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la zona de curvas de transición (Clotoide) en planta y lo más alejados del punto de radio infinito o punto de tangencia de la curva de transición con el tramo en recta. En tramos donde sea previsible la aparición de hielo, la línea de máxima pendiente (longitudinal, transversal o la de la plataforma) será igual o menor que el diez por ciento (10%).



*Figura 16:* Coordinación de los alineamiento horizontal y vertical

### 2.5.2.12 Secciones transversal

La sección transversal de una carretera en un punto de esta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

#### 2.5.2.12.1 Calzada

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

En la tabla 13, 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 13***Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros)*

<b>Trafico ImdA</b>	<b>&lt;15</b>	<b>16 a 50</b>	<b>51 a 100</b>		<b>101 a 200</b>		
<b>Velocidad Km./h.</b>	*	*	**	*	**	*	**
<b>25</b>	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
<b>30</b>	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
<b>40</b>	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
<b>50</b>	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
<b>60</b>		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T

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

\*\* Carreteras con predominio de tráfico pesado.

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

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

#### **2.5.2.12.2 Berma**

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%.

### 2.5.2.12.3 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.

#### 2.5.2.12.3.1 Sobreancho

Se define Según la Normas Peruanas, “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:

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

Donde:

S = Sobreancho

n = Número de carriles

Vd = Velocidad Directriz

L = Distancia entre ejes del vehículo

R = Radio de la curva

#### 2.5.2.12.4 Bombeo

Las Normas peruanas de diseño de carreteras indican que las carreteras con Afirmado de tipo superior estarán provistas de bombeo en los tramos en tangente, con los valores comprendidos entre 1% y 2%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte en la forma indicada anteriormente.

### 2.5.2.12.5 Plazoletas

Las normas peruanas en su ítem 5.4.4.1 establecen que cuando el ancho de las bermas es menor de 2.40 m se deberá prever, en cada lado de la carretera y a una distancia no mayor de 400 m. plazoletas de estacionamiento de dimensiones mínimas utilizables, de 3.00 x 3.00 m. La ubicación de dichas plazoletas, se indican en los planos en planta y de secciones transversales del presente estudio.

### 2.5.12.6 Taludes

Talud, es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal que adopta una masa de tierra con la intervención de la mano del hombre.

Los valores de la inclinación de los taludes en corte serán, de modo general, los indicados en la tabla 5.4.6.2 de las Normas peruanas de diseño de carreteras y para las secciones en relleno los indicados en la tabla 5.4.6.4 de las mismas.

**Tabla 14:**

*Taludes de Relleno*

<b>Material</b>	<b>Talud V: H</b>
<b>Enrocado</b>	1:1
<b>Terrenos</b>	1:1:5
<b>Arena</b>	1:2

Fuente: N.P.D.C

**Tabla 15**

*Taludes de Corte*

<b>Clase de terreno</b>	<b>Talud V: H</b>
<b>Roca fija</b>	10:1
<b>Roca suelta</b>	4:1
<b>Conglomerados</b>	3:1
<b>Tierra</b>	2:1
<b>Compactada</b>	1:1
<b>Tierra suelta</b>	1:2
<b>Arena</b>	1:2

Fuente: N.P.D.C

### 2.5.2.12.8 Ubicación del eje longitudinal

Definido el plano topográfico y los parámetros de diseño respectivos, se procederá a diseñar el eje planímetro, así como el perfil longitudinal y las secciones transversales de la carretera.

### **2.5.2.12.8.1 Diseño del eje planimétrico**

#### **Trazo de la línea gradiente.**

Sobre la base de los planos topográficos y a las estacas de la línea de gradiente trazada en campo. Se procederá a trazar la línea de gradiente definitiva en el plano a curvas de nivel a escala 1:2000, mediante el método del compás.

#### **Trazo de la poligonal**

Consiste en formar un polígono cuyos lados procuren contener el mayor número de compasadas de la línea de gradiente seleccionada. Algunos criterios a tener en cuenta son

Deben evitarse el uso de ángulos de deflexión pequeños

La geometría debe responder simultáneamente a la acción de la topografía del terreno y a la exigencia de determinados medios en las curvas, especialmente en las curvas de volteo las que deben plantearse en el peor de los casos para el radio mínimo excepcional.

Se prefiere los cortes antes que los rellenos.

#### **Determinación de los ángulos de intersección de la poligonal.**

Una vez definida la poligonal haciendo uso del programa AUTOCAD se procede a editar los valores de las coordenadas de los puntos de intersección.

Conocidas las coordenadas de los PI, se obtiene los valores de los ángulos de intersección, los cuales no necesitan ser corregidos dada la precisión que nos ofrece el programa.

#### **Determinación de los lados de la poligonal**

Conocidas las coordenadas de los vértices, haciendo uso del programa CIVIL 3D Y EL AUTOCAD se determina la longitud de cada lado de la poligonal.

#### **Diseño de las curvas horizontales.**

Definida la poligonal y determinados los ángulos de intersección de los lados de la misma, el paso siguiente consiste en diseñar las curvas horizontales, para lo cual es muy usual la planilla de círculos concéntricos partiendo del menor radio posible, dichos datos se ingresan al programa CIVIL 3D, el cual lo procesa.

#### **Estacado del eje planimétrico**

Una vez definido el eje planimétrico de la vía se procede a realizar el estacado del mismo,

proceso que consiste en dejar marcas cada 20 metros en tramos rectos y tramos curvos ,realizado también con apoyo del programa CIVIL 3D

#### **Determinacion de las coordenadas de los PC y PT**

Conocidos los valores del azimut de los lados de la poligonal y de las tangentes de las curvas mediante y con apoyo del programa AIDC se calculan las proyecciones de dichas tangentes, las cuales al ser sumadas algebraicamente a las coordenadas del PI respectivo nos permiten obtener las coordenadas de los PC Y PT.

#### **2.5.2.12.8.2 Nivelación del eje longitudinal, colocación de puntos de control, perfiles longitudinales.**

##### **2.5.2.12.8.3 Obtención del primer B.M**

Se realizara con la ayuda de un alfiler, calibrándose primeramente sobre la base del BenchMark (BM).

##### **2.5.2.12.8.4. Nivelación de las estaciones y ubicación de los BM del proyecto.**

Se procederá a nivelar cada una de las estacas de la poligonal obteniéndose la altitud de cada una de ellas; la lectura se tomará con aproximación al milímetro.

Obtenido el perfil se procederá a trazar la línea de subrasante respectiva teniendo en cuenta los criterios siguientes.

De preferencia los Pis vertical deben ubicarse en estacas pares.

La distancia entre los Pis verticales debe ser apropiada a fin de no tener interacción de curvas verticales.

En terreno plano la subrasante estará sobre el terreno natural salvo casos especiales por razones de drenaje.

En terreno ondulado por economía la Subrasante seguirá las inflexiones del terreno sin perder de vista las imitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.

En terreno accidentado será necesario adaptar a la subrasante al terreno evitando los tramos en contra pendiente, sobre todo cuando se debe vencer un desnivel considerable.

##### **2.5.2.12.8.5 Seccionamiento transversal**

Teniendo como base el estacado del eje planímetro se procede a realizar el seccionamiento transversal a fin de poder obtener el perfil del terreno.

Definido el perfil del terreno y determinados: Ancho de faja de rodadura, taludes, bermas, sobre anchos, dimensiones de cunetas, y banquetes de visibilidad (de ser el caso) se procederá a dibujar las cajas de la plataforma.

### **2.5.2.13. Diseño de afirmados**

#### **2.5.2.13.1. Generalidades.**

El Afirmado de un camino es una estructura de ingeniería vial destinada a proporcionar un adecuado elemento de soporte para el tránsito vehicular y peatonal. Está formada por una o varias capas de material seleccionado que colocadas técnicamente sobre el terreno de fundación y con los espesores adecuados deben proporcionar la capacidad necesaria para soportar las cargas de tránsito y sus efectos abrasivos, así como los agentes climatológicos del medio.

#### **2.5.2.13.2. Factores que intervienen en el diseño de afirmado.**

El tráfico en caminos y calles de año en año varía tanto en la cantidad de vehículos como en la magnitud de las cargas por ejemplo: el tráfico cambia con el transcurrir

##### **A).Índice de tráfico**

Según **Guerra, C (2009)** en su libro Localización y Diseño Geométrico, se refiere al volumen de vehículos que circulan por una vía en un determinado tiempo, siendo de tres clases, según la cantidad de vehículos..

Tráfico Pesado: Cuyo volumen es mayor que 300 camiones y autobuses diarios.

Trafico Mediano: Su volumen es de 50 a 300 camiones y autobuses diarios.

Trafico Liviano. Cuyo volumen es menor a 50 vehículos y autobuses diarios.

##### **B). Clima:**

Influye distintamente en la costa, la sierra y en la Selva por lo que se debe tener en cuenta los cambios de temperatura, lluvias.

##### **C).Terreno de fundacion**

Se refiere al conocimiento de todas las características principales de un suelo (análisis granulométrico, límites de consistencia, densidad, compactación, CBR, etc.).

### **2.5.2.13.3 Momento de efectuar un afirmado**

Según el MTC - Perú, en el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, se plantea los momentos siguientes:

Cuando una explanación o terraplén ya no tenga asentamientos.

Cuando los taludes hayan adquirido su estabilidad natural o sea, un ángulo natural de reposo.

Cuando se haya cumplido con todas las especificaciones geométricas de la vía (radios, pendientes, sobrecanchos, etc.).

Cuando se hayan terminado de construir todas las obras de drenaje.

### **2.5.2.13.4 Condiciones que debe tener una buena calzada**

Según el MTC - Perú, en el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, las condiciones para una buena calzada son las siguientes:

Debe de ser dura y a la vez elástica.

Debe ser suave a la rodadura y a la vez dificultar el resbalamiento.

Tener homogeneidad impermeabilidad.

No debe ser susceptible a la formación de baches.

No debe ser propenso a la formación de polvo y lodo.

Debe absorber el ruido.

Ser agradable a la vista y no reflejar la luz solar.

### **2.5.2.13.5. Selección del tipo de afirmado**

#### **A. Terreno de fundaciones.**

Sirve de cimiento al Afirmado. Después de haber terminado el movimiento de tierras, y que una vez compactado así como teniéndose las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño su clasificación es la siguiente.

Pésimo: Cuando está constituida de materia orgánica, en lo posible se debe desechar este material y sustituirlo por otro de mayor calidad.

Malo: Es decir que el material que se encuentra es limo o arcilla o la combinación de ambos, en este caso se debe colocar una capa de sub- base granular.

Regular o bueno. En este caso se considera un suelo bien graduado y no ofrece peligro de estructuración, se podría prescindir de la sub- base granular.

Excelente: Es la parte superior del terreno de fundación, y debe cumplir las especificaciones Standard para materiales a emplearse en la construcción la AASHTO M 576-64 en la cual recomienda:

Los materiales estarán libres de cantidades perjudicialmente, de materia orgánica tal como hojas, rocas, etc.

Debe estar distribuido convencionalmente

Tendrá un diseño adecuado de drenaje.

## **B. Sub base**

Es la capa que queda inmediatamente arriba de la sub-base. La capa de base suele consistir en materiales granulares, como piedra triturada, grava triturada o no triturada y arena. Entre las especificaciones de los materiales para capa de base se suelen encontrar requisitos estrictos en comparación con los de los materiales de la sub-base, en especial en lo que concierne a su plasticidad, granulometría y resistencia.

La sub base es una capa de material seleccionada encargada de soportar y de transmitir cargas aplicadas a la superficie de rodaduras, que se coloca encima de la subrasante, con el objeto de.

Servir de capa de drenaje al Afirmado

Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen y elasticidad y plasticidad que pudiera tener el material de la subrasante.

Proteger el Afirmado contra posibles hinchamientos. Que se puede producir en épocas de heladas.

El material empleado para sub-base debe cumplir lo siguiente:

El material deberá tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación y puede ser: arena, grava.

Tendrá las características de los suelos A-1 ó A-2 aproximadamente, así mismo su límite líquido debe ser inferior al 35% y su índice plástico no mayor de 6%.

Su valor de C.B.R. será mayor o igual al 155, con hinchamiento menor al 50% (Designación T-6-5)

El porcentaje de finos que pase el tamiz N° 200 no debe ser mayor que el 8%.

### C. La base

Es la capa que queda inmediatamente arriba de la sub-base. La capa de base suele consistir en materiales granulares, como piedra triturada, grava triturada o no triturada y arena. Entre las especificaciones de los materiales para capa de base se suelen encontrar requisitos estrictos en comparación con los de los materiales de la sub-base, en especial en lo que concierne a su plasticidad, granulometría y resistencia.

Los materiales que no tienen las propiedades requeridas se pueden usar como materiales de base, si se estabilizan en forma adecuada con cemento Portland, asfalto o cal.

**Tabla 16:**  
**Porcentaje de material granulométrico**

Tamiz	Porcentaje de material que pase					Peso
	Granulometrías					
	A	B	C	D	E	F
2"	100	100	-	-	-	-
1	-	75-95	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
N°4	25-55	30-60	35-65	50-85	35-100	70-100
N°10	15-40	20-45	25-100	40-70	40-100	55-100
N°40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
N°200	2-8	5-20	5-20	5-20	6-20	8-25

*Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras*

### D. Superficie de rodadura:

Conocida también como capa de desgaste. Es la capa superficial, carpeta o revestimiento de la capa superior del Afirmado y se construye inmediatamente arriba de la base. Su función principal será proteger la base, impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones de agua de lluvia, proteger además contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos evitando que se desgaste.

#### 2.5.2.13.6. Cálculo del índice de tráfico.

##### Análisis de tráfico

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que circulan por el tramo de la carretera en estudio. Información indispensable para la determinación de las características de diseño del pavimento, para estos cálculos se

ha considerado exclusivamente la acción de los vehículos pesados, dado que el efecto destructivo de los vehículos ligeros se puede considerar prácticamente despreciable.

El estudio determino el tráfico actual existente en las vías, sus características y proyecciones para el periodo de vida útil, en número acumulado de repeticiones de carga de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento.

### **Cálculo del eal**

Con los datos proporcionados en el Estudio de Trafico se determinó el número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas para el periodo de diseño, de acuerdo a la fórmula:

$$EAL_{(nAÑOS)} = 365 \times Fc \times Fpll \times (IMD_{2E} \times F_{2E} + IMD_{2E} \times F_{2E} + IMD_{2E} \times F_{2E} + IMD_{2E} \times F_{2E}) \times \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

#### **Ecuación de cálculo de Ejes equivalentes proyectados en el periodo de diseño**

Donde:

EAL (8.2 Tn): Número de Ejes Equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño.

IMD2E: Índice Medio Diario de Camiones de 2 ejes

IMD3E: Índice Medio Diario de Camiones de 3 ejes

IMDT y ST: Índice Medio Diario de Camiones de T y ST

FD2E: Factor Destructivo de Camiones de 2E

FD3E: Factor Destructivo de Camiones de 3E

FDT y ST: Factor Destructivo de Camiones de T y ST

Fc.: Factor Carril (si la vía es doble sentido es 0.5 si es de un sentido es 1)

Fpll: Factor de Presión de Llantas (por lo general se usa el valor de 1)

i: Tasa de crecimiento de los vehículos

n: Periodo de Diseño

**Tabla 17**  
*Índice medio diario*

TIPO DE VEHICULO	E1	
	IMDA	Participación %
Autos	16	42.11
Pick up	9	23.68
Camionetas Rurales	3	7.89
Micros	0	0.00
Ómnibus 2 Ejes	0	0.0
Ómnibus 3 Ejes	0	0.00
Camión 2 Ejes	8	21.05
Camión 3 Ejes	2	5.26
Articulado	0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Grupos de transporte

$$EAL_{(nAÑOS)} = 365 \times 1.0 \times 1.0 \times (8 \times 2.75 + 2 \times 2.0) \times \left[ \frac{(1 + 0.035)^{10} - 1}{0.035} \right] N_{rep} = 1.11 \times 10^5$$

### 2.5.2.13.7. Diseño del afirmado apropiado

El espesor del Afirmado, con Afirmado está en función de la intensidad de tránsito, de la capacidad portante del terreno de fundación y de las condiciones climatológicas. Para el cálculo del espesor del espesor del Afirmado se usara el Método de NAASRA.

#### A. Método de NAASRA

Para el diseño de Afirmados se presenta una ecuación de un método empírico de NAASRA (National Association of Australian State Road Asociación Nacional de Vialidad del Estado de Australia), para el diseño de Afirmados, la referencia data de 1979. NAASRA se convirtió en lo que actualmente se le conoce como AUSTRAROADS, y poseen procedimientos de diseños actualizados, que contempla límite de deformaciones a nivel subrasante, deflexiones y perdida de la capa de Afirmado por efecto de clima y perfilados propios del mantenimiento.

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado, se adopta como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR), y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

$$e = \left[ 219 - 211 x \log CBR + 58 x (\log CBR)^2 \right] x \log \left( \frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

- E** : Espesor de la capa de Afirmado en mm.  
**CBR** : Valor del CBR de la Subrasante.  
**Nrep** : Número de repeticiones de Ejes Equivalentes para el carril de Diseño.

Sin ser una limitación, en el Manual de diseño (MTC) se incluye catálogos de secciones de capas granulares de rodadura, para cada tipo de tráfico y de subrasante, elaborados en función a la ecuación antes indicada.

El espesor total que será determinado, deberá estar compuesto por una estructura que corresponderá a una capa de afirmado, la cual no deberá ser menor a 150 mm. (Según manual de diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tráfico.

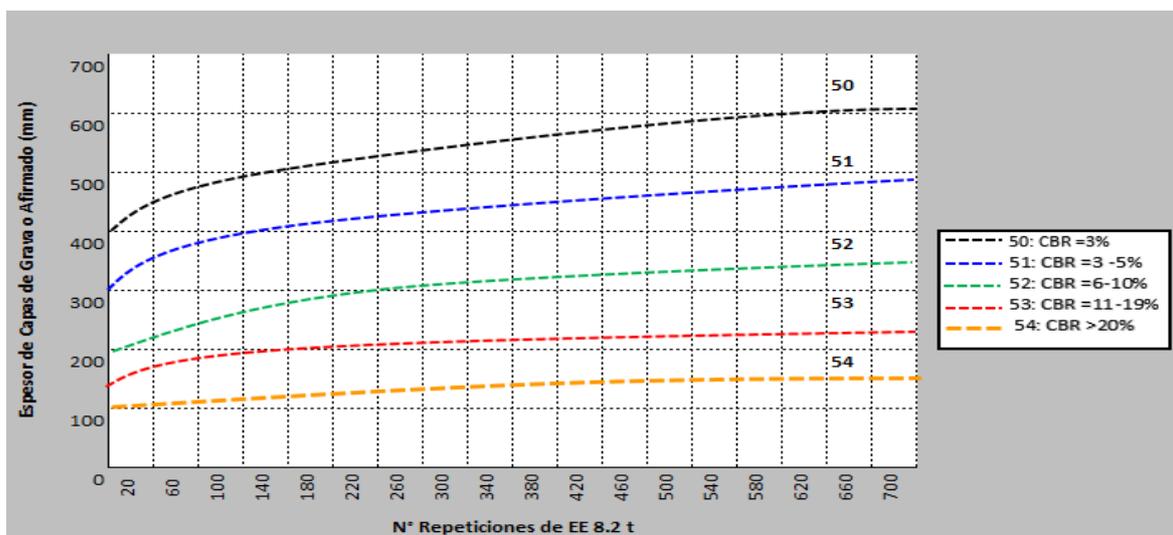


Figura 17: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA.

## 2.5.2.14. Diseño hidráulico de obras de arte

### 2.5.2.14.1. Generalidades

En ingeniería, los proyectos que se refieren al uso del agua y la defensa contra los daños ocasionados por esta, nos vemos en la necesidad de salvar los obstáculos dados por los causes artificiales o naturales de agua, estos necesariamente están ligados a la hidrología, ciencia que estudia los fenómenos naturales relacionados con el agua, de manera que los métodos que se emplean no pueden ser rígidos quedando algunas decisiones al criterio del ingeniero.

### 2.5.2.14.2. Estudio hidrológico e hidráulico

Cuencas con escasa información hidrometeorológica; Requiere de aplicación de modelos de generación sintética de descargas o modelos de regresión múltiple lineal o no lineal.

Cuencas sin información hidrometeorológica; Es el caso más crítico y a la vez el más frecuente en nuestro país. Se recomienda utilizar un análisis regional entre los parámetros geomorfológicos de las cuencas o subcuencas con información y los valores de escurrimientos en estudios de la cuenca sin información.

#### A. Definiciones

##### Riesgo de Falla (j)

Representa el peligro o la probabilidad de que el gasto considerado para el diseño sea superado por otro evento de magnitudes mayores.

Si llamamos P a la probabilidad acumulada de que no ocurra tal evento, es decir, que la descarga considerada no sea igualada o supera por otra; entonces la probabilidad de que si ocurra dicho evento en N años consecutivos de vida, representa el riesgo de falla J y está dado por

$$J = 1 - P^N \dots\dots\dots(15)$$

##### Frecuencia de las precipitaciones (f).

Es el número de veces que se presenta una tormenta de determinada magnitud y duración en un periodo largo de tiempo expresado comúnmente en años.

La frecuencia se puede calcular por la fórmula empírica, propuesta por Weibull, para el caso de series parciales que según expertos se emplea como mínimo n=30 años.

$$f = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots(16)$$

Donde:

F : Frecuencia de las precipitaciones

M : Número de orden del evento ordenado en forma decreciente

N : Número total de eventos (años de observación)

### Tiempo o periodo de retorno (Tr)

Es el tiempo transcurrido para que un evento de magnitud dada se repita, en promedio. Se calcula por la siguiente ecuación

$$Tr = \frac{1}{f} \dots\dots\dots(17)$$

También se expresa en función de la probabilidad P de no – ocurrencia.

La probabilidad de ocurrencia está dada por 1-P y el tiempo de retorno se expresa mediante:

$$Tr = \frac{1}{1-p} \dots\dots\dots(18)$$

También se expresa en función de la probabilidad P de no-ocurrencia.

La probabilidad de ocurrencia esta dada por 1-p y e tiempo de retorno se expresa mediante:

$$Tr = \frac{1}{1-p} \dots\dots\dots(19)$$

Eliminando el parámetro P dentro de las ecuaciones anteriores se tiene:

$$Tr = \frac{1}{1-(1-f)} \dots\dots\dots(20)$$

Ecuación que se utiliza para estimar el tiempo de retorno Tr para diversos riesgos de falla y vida útil N de la estructura.

Para el diseño de las diferentes obras de arte, es preciso conocer las magnitudes de los eventos que se presentan para diferentes periodos de retorno, según la importancia del proyecto y los años de vida útil de cada estructura.

### Vida útil (N)

Se define como el tiempo ideal durante el cual las estructuras e instalaciones funcionan al 100% de eficiencia ya sea por su capacidad o por su resistencia; pasado dicho tiempo o periodo se debe realizar una ampliación o un nuevo diseño.

Depende de varios factores:

Durabilidad de las instalaciones.

Facilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución.

Posibilidades de financiamiento

Tendencia del crecimiento poblacional

Rentabilidad

### Tiempo de concentración (Tc)

Se define como el tiempo necesario para que una gota de lluvia llegue a una alcantarilla o desagüe pluvial (punto emisor) desde el punto más remoto de la cuenca.

Se calcula por la formula empírica siguiente.

Donde:

Tc : Tiempo de concentración (minutos)

L : Longitud del curso mayor (Km)

H : Diferencia entre altitud máxima y minina (m).

### Descarga de Diseño (Q)

Es el valor máximo del caudal instantáneo que se espera pueda ocurrir con determinado periodo de recurrencia, durante los años de vida útil de un proyecto Para determinar la escorrentía máxima en estructuras hidráulicas menores: alcantarillas, canales de desviación, acequias de infiltración, etc.: el método más usado es el método racional.

### Formula del Método Racional

Donde:  $Q = \frac{CIA}{360}$  ..... (21)

Q : Descarga de diseño

C : Coeficiente de escorrentía superficial

I : Máxima intensidad de precipitación correspondiente al tiempo de concentración (mm/h).

A : Área a drenar (Has)

### Coeficiente de Escorrentía.

Es la relación entre el agua que corre por la superficie del terreno y la total precipitada. Es difícil determinar con exactitud su valor, ya que varía según la topografía, la vegetación, la permeabilidad y la proporción de agua que el suelo contenga, también depende de la extensión de áreas pavimentadas y construidas.

### **2.5.2.14.3 Estudio y diseño del drenaje superficial y sub superficial**

#### **A. Introducción**

El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de obras de Ingeniería, carreteras, canales, puentes y otras. Deben estudiarse problemas de:

La eliminación del agua superficial del camino.

El cruce de los arroyos o de los canales de drenaje artificiales.

Alejamiento y regulación del agua subterránea.

El agua superficial causa la erosión y grandes gastos de conservación, erosionando los suelos y las estructuras, infiltrándose en el suelo dejando a la estructura sin sostén.

#### **B. Objetivo del drenaje.**

El objetivo fundamental del drenaje es la eliminación del agua que en cualquier forma pueda perjudicar a la estructura. Esto se logra evitando que el agua llegue hacia él, o de lo contrario dar una salida a las aguas que inevitablemente lleguen.

#### **C. Condiciones de un buen drenaje**

Con el fin de aumentar la durabilidad del conjunto de elementos de la vía, así como disminuir la afectación a la operación vehicular y peatonal, es necesario contar con un sistema de drenaje adecuado.

En general, los elementos de drenaje no deben obstaculizar ni generar afectación a las condiciones de operación vehicular, ya sea por disminución física o aparente del ancho de calzada. A continuación se indican algunas recomendaciones que deben ser tenidas en cuenta en el diseño:

Las obras de drenaje, deben evitar al máximo las concentraciones de agua en la vía, las cuales generan disminución en la velocidad de los vehículos, y en casos críticos accidentes por el fenómeno de “hidroplaneo”.

En lo posible, las obras de drenaje no deben ubicarse dentro de curvas horizontales de radios cercanos al mínimo, por el efecto restrictivo que generan sobre los conductores y que los obliga a realizar operaciones súbitas de frenado.

El diseño de las cunetas, debe permitir la conducción de las aguas superficiales sin que su geometría (sección transversal), se constituya en un riesgo para los vehículos en caso de

despiste y ocasional volcamiento, ante el evento que algún vehículo traspase el borde exterior de la berma.

En zonas de cruce de peatones, se debe tener precaución en que las aguas de escorrentía no afecten el paso de éstos.

Tener especial cuidado en los sitios de descarga de las estructuras de drenaje, a fin de evitar efectos de erosión y otros daños.

#### **D. Clases de drenaje**

##### **Drenaje superficial**

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y Intransitabilidad.

El adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de una carretera y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de éste.

El drenaje superficial comprende:

La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.

La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales.

La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera.

Los elementos del drenaje superficial se elegirán teniendo en cuenta criterios funcionales, según se menciona a continuación:

Las soluciones técnicas disponibles.

La facilidad de su obtención y así como los costos de construcción y mantenimiento.

Los daños que, eventualmente, producirían los caudales de agua correspondientes al período de retorno, es decir, los máximos del período de diseño.

Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al período de retorno y considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje, se deberá cumplir las siguientes condiciones:

En los elementos de drenaje superficial la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.

El máximo nivel de la lámina de agua será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.10 m.

No alcanzará la condición de catastróficos los daños materiales a terceros producibles por una eventual inundación de zonas aledañas a la carretera, debido a la sobre elevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal.

El drenaje superficial se clasifica en:

**Drenaje artificial:** Se clasifica en superficial y subterráneo, según el escurrimiento se realice o no a través de las capas de la corteza terrestre.

**Drenaje Superficial:** Se clasifica, según la posición que guarden las obras respecto al eje de la carretera, en paralelo o transversal.

**Drenaje Longitudinal:** Tiene por finalidad captar los escurrimientos para evitar que alcancen la sub-rasante y consiguientemente el deterioro de la carretera o permanezcan en ella sin causar desperfectos; con este tipo de drenaje se considera a cunetas, contracunetas y canales de encauzamiento. La denominación de longitudinal se debe a que estas se ubican aproximadamente en forma paralela al eje del camino.

#### **Drenaje del Afirmado**

Salvo en el caso de carreteras en terrenos permeables, el drenaje de la capa permeable constituida por el Afirmado, puede proyectarse tanto mediante drenes enterrados como prolongando la capa permeable hasta los taludes de los terraplenes a cunetas. Además, deben darse pendientes transversales mínimas a la subrasante.

**Drenaje transversal:** Tiene por objeto dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro de la carretera, o bien retirar lo más pronto el agua de su corona, quedan en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bóvedas, vados, sifones, etc. De acuerdo a la dimensión del claro de las obras de drenaje transversal se ha convenido dividir a este mayor o menor.

La distancia entre drenes interceptores transversales será, por término medio, de 20 m a 25 m

- a) El eje de las espigas formará con el eje de la carretera un ángulo de 60°.
- b) Las espigas estarán constituidas por una zanja situada bajo el nivel del plano superior de la explanada.

- c) Sus paredes serán inclinadas con talud aproximado de 1/2 para repartir el posible asiento diferencial al máximo.
- d) Las zanjas se rellenarán de material filtro. Las espigas llevarán una cuna de concreto de baja resistencia o arcilla unida al solado del dren longitudinal.
- f) Las espigas consecutivas se situarán a distancias variables que dependerán de la naturaleza del suelo que compone la explanada. Dichas distancias estarán comprendidas entre 6 m para suelos muy arcillosos y 28 m para suelos arenosos.

### **Drenaje Longitudinal.**

Cunetas: Son canales que se hacen en todos los tramos en ladera y corte cerrado de un camino y sirven para interceptar el agua superficial que proviene del mismo, de los taludes cuando existe cortes y del terreno natural adyacente, en ciertos lugares sirven para almacenar la nieve que cae, o que se acumula al limpiar la vía. Su función principal es conducir el agua superficial a una corriente natural o a una obra transversal, alejándolo lo más pronto posible de la zona ocupada por la carretera.

Según las Normas Peruanas de diseño de carreteras las cunetas por lo general tendrán sección triangular y sus dimensiones mínimas las indicadas en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Dimensiones mínimas de cunetas.*

Región	Profundidad(m)	Ancho (m)
<b>Seca</b>	0.20	0.50
<b>Lluviosa</b>	0.30	0.50
<b>Muy lluviosa</b>	0.50	1.00

**Fuente:** N.P.D.C

Cabe indicar que el ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel superior del borde de la subrasante hasta el fondo o vértice de la cuneta.

### **Contra cunetas**

Son zanjas que se plantean agua arriba de los taludes en las secciones en corte, tiene por finalidad interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirlo

hacia alguna cañada inmediata o parte baja del terreno, evitando la erosión al escurrir por los taludes y el aumento del caudal de las cunetas. La construcción de una contra cuneta debe ser solo en aquellas zonas en que el escurrimiento es transversal al camino y proviene

de una cuenca de tal manera que pudiera sobrepasar la capacidad de la cuneta. Para su ubicación se deberá tener en cuenta la topografía geología y cobertura vegetal del terreno. Las dimensiones se fijaran de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo la sección trapezoidal la más común. Es necesario que las contracunetas se construyan impermeabilizadas y con la suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua que captan los materiales más usados para el recubrimiento de contra cunetas son el concreto, mampostería de piedra, etc.

### **Muros de sostenimiento.**

Son estructuras de mampostería de piedra o de concreto ciclópeo que se plantean cuando no es posible construir un terraplén, ya sea porque el talud no se encuentra con la ladera, por ser esta muy escarpada, o por la vecindad de un curso de agua.

Todo muro será diseñado convenientemente para soportar el empuje lateral de los suelos retenidos, a fin de evitar el volteo, deslizamiento y ejercer sobre el terreno de fundación presiones exageradas. Además es necesario tomar precauciones especiales en lo referente al drenaje, dotando al muro en su parámetro interno de filtros de material permeable, que canalicen las aguas hacia las salidas que se proyectan a través del muro.

Las Normas peruanas de diseño de carreteras en sus laminas A.3.1 y A.3.2. nos refieren las especificaciones para muros de sostenimiento de mampostería de piedra y de concreto ciclópeo, respectivamente.

### **Drenaje transversal**

#### **Bombeo**

Inclinación lateral a partir del eje de la losa del puente hacia los bordes, su función es eliminar el agua que cae sobre la corona.

#### **Alcantarillas.**

Son estructuras de forma diversa que tienen por función conducir y desalojar lo más rápido posible el agua de las hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesa el camino.

Pueden clasificarse en alcantarillas rígidas y flexibles.

Las alcantarillas rígidas suelen ser de concreto, losas de concreto, losas de concreto armado sobre estribos de mampostería de piedra o de concreto ciclópeo o simple, hierro fundido o arcilla.

## Drenaje de agua sub superficial

El drenaje sub superficial tiene por objeto proteger al camino del daño que le puede causar el agua que se encuentra en el terreno por debajo de él, por lo general el agua que se encuentra en el terreno por debajo de él, por lo general el agua se presenta en corrientes que fluyen por efecto de la gravedad.

El efecto de las aguas del subsuelo deberá ser estudiado por el proyectista teniendo en cuenta todos los elementos que influyen en la estabilidad misma: naturaleza y pendiente transversal del terreno, su estratificación, ubicación de la napa freática, cantidad de agua ,etc.

### Drenes.

Son obras de arte empleadas para bajar el nivel de los mantos y eliminar las aguas subterráneas.

El dren subterráneo estará constituido por una zanja en la que se colocará un tubo con orificios perforados, juntas abiertas, o de material poroso. Se rodeará de un material permeable, material filtro, compactado adecuadamente, y se aislará de las aguas superficiales por una capa impermeable que ocupe y cierre la parte superior de la zanja (figura 18).

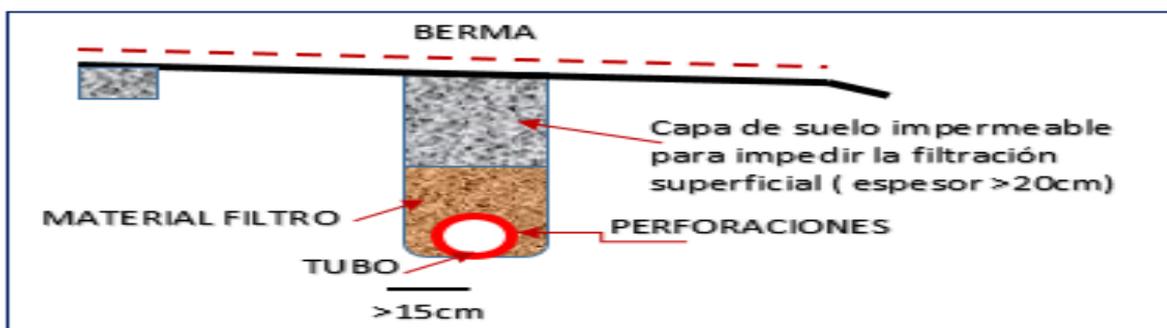


Figura 18: Drenes Subterráneos

Las paredes de la zanja serán verticales o ligeramente inclinadas, salvo en drenes transversales o en espina de pez, en que serán admisibles, incluso convenientes, pendientes más fuertes. En casos normales, el talud máximo no superará el valor  $1/5$ . (H/V).

Si se proyectan colectores longitudinales, puede aprovecharse la zanja del dren para la ubicación de aquellos. En tal caso, se aconseja una disposición similar a la que se señala en la figura 19

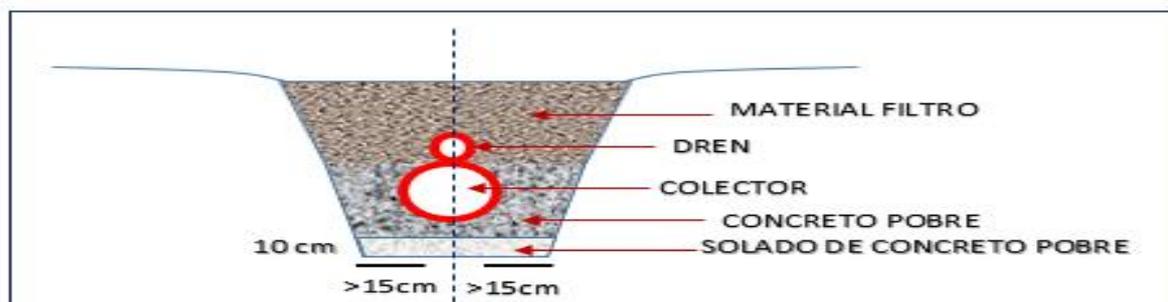


Figura 19: Drenes Subterráneos

### **Dren ciego.**

Consiste en una zanja llena de material pétreo y grueso, la zanja deberá tener en el fondo el ancho necesario para poder excavar y colocar después el material de relleno, es decir, el ancho no será menor de 0.40 m . Se emplean de preferencia cuando no se requiere de mucha profundidad y el agua que se pretende recoger sea en pequeña cantidad.

### **Dren con tubo.**

Es un tubo colocado en el fondo de una zanja y que a la vez capta el agua y la conduce hacia afuera. En este caso el relleno de la zanja tiene por objeto facilitar el escurrimiento hacia el tubo y por lo tanto lo indicado es que el material de relleno sea de tamaño uniforme. El tubo más comúnmente usado es del de concreto de 6" (15 cm) de diámetro, colocado en el fondo de la zanja, convenientemente asentado sobre el material fino. Para que el agua penetre al tubo y poder ser desalojada, este deberá tener agujeros de 1cm. De diámetro espaciados 10cm. Centro a centro.

Los tubos serán de material de buena calidad. Los tubos de cerámica o concreto podrán proyectarse con juntas abiertas o perforaciones que permitan la entrada de agua en su interior. Los de plástico, de material corrugado o de fibras bituminosas, deberán ir provistos de ranuras u orificios para el mismo fin que el señalado anteriormente. Los de concreto poroso permitirán la entrada del agua a través de sus paredes.

#### **2.5.2.14.4 Diseño de obras de arte**

##### **A.Diseño de cunetas**

##### **Consideraciones de diseño.**

**Pendiente.** Generalmente se considera la misma pendiente del camino en el tramo correspondiente, esta no debe ser menor del 0.50% para evitar problemas de sedimentación.

**Velocidades admisibles.** La velocidad ideal es la que lleva el agua sin causar obstrucción ni erosión.

Velocidad máxima:  $V_{\max}=4\text{m/seg}$

Velocidad mínima:  $V_{\min}=0.60\text{m/seg}$

**Revestimiento de las cunetas.** Cuando el suelo es deleznable y la rasante de la cuneta es igual a mayor de 4%, esta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.

### Fórmula de cálculo

La fórmula más usada para el cálculo de canales es la FORMULA DE MANNING, que consiguientemente es aplicable al diseño de cunetas.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

Q : Descarga en metros cúbicos por segundo

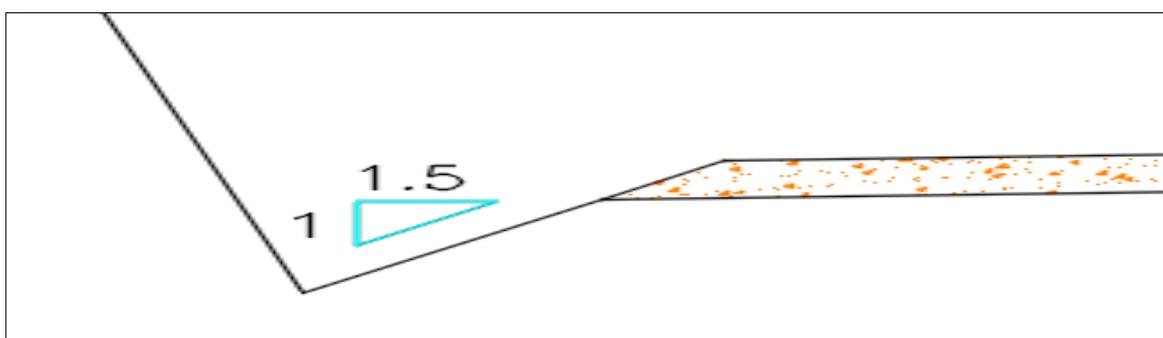
S : Pendiente de la cuneta en metros por metro

R : Radio hidráulico en metros

N : Coeficiente de rugosidad

Y : Velocidad del agua en metros por segundo

A : Área de la sección de la cuneta en metros cuadrados.



**Figura 20:** Dimensiones de Cuneta

### Elementos de la sección asumidas

Cálculo del área hidráulica de la sección de la cuneta .

$$A=(b*h)/2 \dots\dots\dots(23)$$

Perímetro mojado.  $P_m$

$$P_m = (y^2 + x_1^2)^{1/2} + (y^2 + x_2^2)^{1/2} \dots\dots\dots(24)$$

Radio Hidráulica :  $R$

$$R = \frac{A}{P_m} \dots\dots\dots(25)$$

**Descarga de la cuneta.**

$$Q_c = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(26)$$

### **B. Calculo de numero aliviaderos de cuneta**

Para calcular el número de aliviaderos se tendrá en cuenta los siguientes factores.

**Capacidad de cuneta.**

Si la capacidad de cuneta  $> Q$  . evacuar = no aliviadero

Si la capacidad de cuneta  $< Q$  . evacuar = si aliviadero

### **C. Diseño de alcantarillas y aliviaderos.**

Debido a las ventajas de diseño e instalación se ha optado por alcantarillas circulares tipo ARMCO; aunque el precio de compra del producto sea aparentemente alto, el costo de la instalación puede resultar menor que el de las estructuras totalmente construidas en obra.

En los tramos en los que el caudal a evacuar sea mayor que el caudal de la cuneta, existe la posibilidad de evacuar el exceso por medio de alcantarillas o aliviaderos

De cuneta; pero también puede hacerse a través de zanjas de coronación, las que a su vez controlan el efecto erosivo del agua de escorrentía sobre los taludes de corte.

### **Consideraciones de diseño.**

El diseño de este tipo de alcantarillas se basa en la Teoría del escurrimiento crítico expuesta en el Manual de Drenaje y Productos ARMCO, cuyo objetivo es determinar la profundidad crítica en el conducto circular considerando la ley de velocidad crítica.

La velocidad crítica para la descarga máxima de cualquier sección transversal de un canal, es la debida a una carga igual a la mitad del promedio de la profundidad del agua en dicha sección transversal.

Aplicando esta ley a un tubo circular, la carga que produce la velocidad crítica es igual a  $0.3113D$ , en que  $D$  es el diámetro del tubo en metros. La ecuación solo es válida cuando la superficie del agua coincide con la parte superior del tubo, y cuando este se halla en una pendiente tal que no haya efecto de remanso debido a la fricción.



Figura 21: Elementos de la altura crítica” en tubos circulares

Conocida la ecuación de la carga hidráulica y la relación que existe entre la carga y la velocidad, se determina la velocidad crítica.

$$V = \sqrt{2} gH \quad \dots\dots\dots(27)$$

$$HV = \frac{1E}{3} = 0.313D$$

$$V = \sqrt{2 * 9.8 * 0.313D} = 2.47D^{1/2}$$

Esta ecuación da a la velocidad crítica en la sección crítica, en donde la profundidad es:

$$(1 - 0.31313)D = 0.6887D$$

Con el área y la velocidad en la sección crítica conocidas, puede determinarse la descarga.

$$Q = V * A \quad \dots\dots\dots(27)$$

$$A = \text{área a la profundidad de } (0.6887)D = 0.5768D^2$$

$$\text{Por tanto: } Q = 0.5768D^2 * 2.471D^{1/2} = 1.425D^{5/2}$$

Conocida la descarga o caudal a evacuar por la alcantarilla, se tiene:

$$D = 0.868Q^{2/3}$$

Ecuación que proporciona el diámetro el tubo en la sección crítica, cuando la pendiente es suficiente para no causar el efecto del remanso.

Efecto de la pendiente

Determinado el diámetro del tubo, el paso siguiente consiste en determinar la pendiente necesaria para permitir que el agua pase por la sección crítica sin que se produzca el efecto de remanso. Aplicando la ecuación de Manning.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(28)$$

n=0.021(metal corrugado)

**Despejando:**

$$S = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} = \frac{V^2 (0.021)^2}{R^{4/3}}$$

Además.

$$R = \frac{\text{Area}}{\text{Perimetro Mojado}} = \frac{0.5768D^2}{1.9578D} = 0.2946D$$

$$V = 2.471D^{1/2}$$

$$V = 6.1077D$$

Tenemos:

$$S = \frac{6.1077D(0.021)^2}{(0.2946)^{4/3}} = \frac{0.01374}{D^{1/3}}$$

Expresada en tanto por ciento:

$$S = \frac{1.374}{D^{1/3}} \dots\dots\dots(28)$$

Esta ecuación da el tanto por ciento de la pendiente en la que debe ser colocado el tubo para que el agua que pasa por la sección crítica fluya sin formar remanso.

### **Colocación y longitud de las alcantarillas**

#### **Principios que gobiernan la colocación de las alcantarillas.**

Por colocación de una alcantarilla se entiende la alineación y pendiente del conducto con respecto al camino y a la corriente de agua; la ubicación apropiada para una alcantarilla es importante porque afecta la eficiencia del conducto, su conservación y la posible erosión o deslave del camino; constituyendo cada instalación un problema distinto.

**Alineamiento:**

La corriente debe entrar y salir en la misma línea recta. Cualquier cambio brusco de dirección en uno u otro extremo retarda la corriente y obliga a emplear un conducto de mayor sección.

Evitar que la corriente altere su curso cerca de los extremos del conducto, de lo contrario volverá inadecuado causando deslaves o formando remansos. Los revestimientos de piedra, césped, hormigón o la colocación de secciones terminales, ayudarán a proteger las orillas del cauce contra la erosión y evitara los cambios de dirección

**Pendiente:**

La pendiente ideal de una alcantarilla es la que no ocasiona sedimento ni velocidad excesiva, y evita la erosión. Velocidades mayores de 3m/seg. Causan erosión destructora aguas abajo, y al tubo mismo si no se la protege.

Se recomienda un declive de 1 a 2% para que resulte una pendiente igual a mayor que la crítica, con tal que no sea perjudicial. En general, para evitar la sedimentación, se aconseja una pendiente mínima de 0.5%

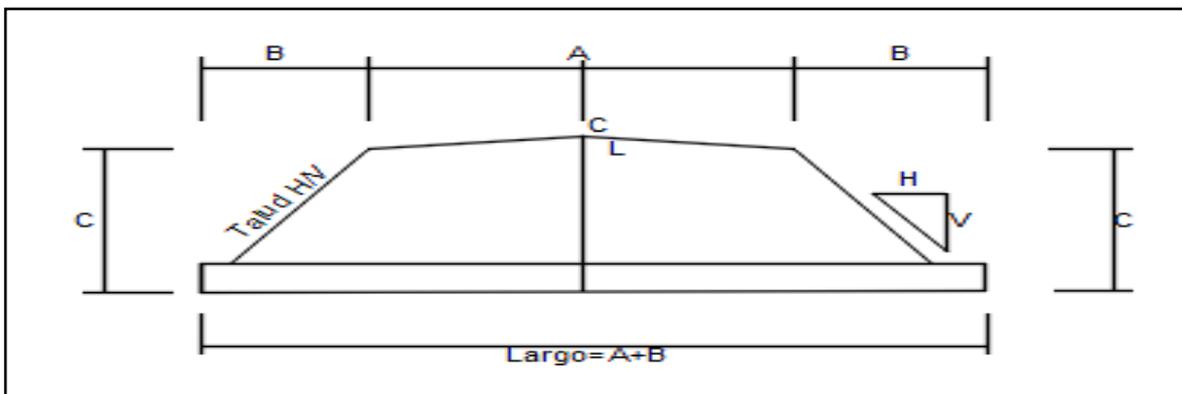
La práctica normal es la de hacer coincidir la pendiente del fondo de la alcantarilla con la del techo; sin embargo y siempre que sea beneficioso, se permiten desviaciones de este principio.

**Longitud de las alcantarillas.**

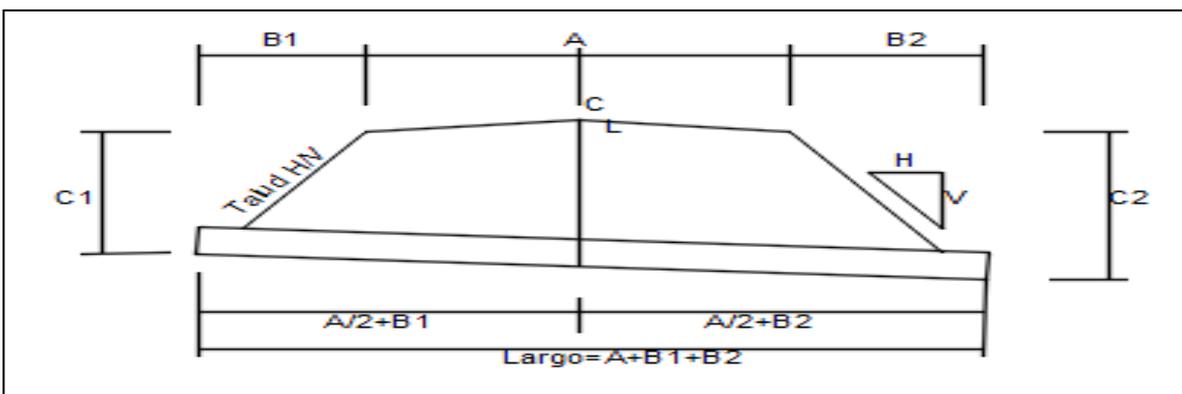
La longitud de una alcantarilla depende de la anchura del camino, altura del terraplén y los taludes, pendiente y oblicuidad; del tipo de sus extremos, según sean secciones terminales, muros de cabecera, extremos biselados, desagüe en pozo colector o vertedero. Una alcantarilla debe ser lo suficientemente larga para que sus extremos no queden obstruidos por sedimento o por expansión del terraplén. De ser así, se disminuirá la eficiencia, y se aumentará los gastos de conservación; por otra parte, la alcantarilla no debe tener sus extremos innecesariamente expuestos. El mejor método para obtener la longitud requerida consiste en hacer un gráfico de la sección transversal del terraplén y el perfil del lecho de la corriente.

A falta de dichos croquis, la longitud debe obtenerse agregando a la anchura del camino, incluidas las bermas y sobreebanco de ser el caso, dos veces la relación del talud multiplicada por la altura del terraplén en el centro de la vía.

La altura del centro se toma hasta el fondo del conducto cuando no se requieren muros de cabecera; y hasta la parte superior, si se construyen dichos muros ver en la figura N° 22 y N°23



**Figura 22:** Calculo de longitud de una alcantarilla con pendiente suave



**Figura 23:** Calculo de longitud de una alcantarilla con pendiente fuerte.

### Protección de las alcantarillas con empedrado (RIP RAP)

Tanto en el ingreso como en la salida, las alcantarillas requieren ser protegidos a fin de evitar la erosión con profundidad agua arriba y aguas debajo de las mismas.

La forma más usual y económica lo constituye el empedrado o rip-rap, el cual según el tamaño del material se clasifica en:

Tipo 1 : Grava gruesa de 6 pulg. (15 cm)

Tipo 2 : Grava gruesa de 12 pulg. (30 cm)

Tipo 3 : Piedra de 12 pulg. Sobre capa de 6 pulg. De arena .grava.

Tipo 4 : Piedra de 18 pulg. Sobre capa de 6 pulg. De arena .grava.

<b>Caudal m<sup>3</sup>/seg</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Salida</b>	<b>Longitud de la protección en la salida (m)</b>
0.00 a 0.85	No necesario	Tipo 1	2.50
0.86 a 2.55	No necesario	Tipo 2	3.60
2.56 a 6.80	Tipo 1	Tipo 3	5.00
6.81 a 17.00	Tipo 2	Tipo 4	6.70

**Fuente:** Normas peruanas de diseño de carreteras.

Capacidades por encima de 17 m<sup>3</sup>/seg. Requieren consideración especial.

Si el conducto de la alcantarilla es bastante inclinado como para producir una velocidad superior a 4.60 m/seg. En la salida, usar el tipo de protección correspondiente al siguiente rango superior de descargas (Tipo 3, mínimo).

Si se prevé un dissipador de energía a la salida, la protección con empedrado se puede reducir o eliminar.

En el libro de Hidráulica de canales abiertos por Richar H. French el cálculo de gasto de alcantarillas se divide en seis categorías, con base en las alturas relativas de la carga y de los niveles aguas abajo. Los seis tipos de flujos y sus respectivas características se resumen en la Tabla

### **2.5.2.15. Estudio de suelos y canteras**

#### **2.5.2.15.1. Estudio de suelos**

##### **A.Muestreo**

EL método que se empleara es de pozos de exploración los que nos van a permitir establecer en forma clara los espesores de los estratos, así como una buena inspección y clasificación del material del subsuelo, la profundidad de la napa freática, etc.

##### **B.Ubicacion de los pozos de muestreo**

Para la obtención del perfil longitudinal del subsuelo se realizara pozos de exploración. Para la ubicación de los pozos de exploración se tendrá en cuenta el terreno, la obra y las sugerencias del Ingeniero Asesor.

##### **C. Ubicación y estudio de canteras**

Para la construcción de la carretera se tendrá que utilizar materiales para la sub-base ,las cuales tienen que soportar las principales tensiones que se producen en la vía, así como

resistir al desgaste por rozamiento en su superficie. Por lo tanto es de mucha importancia conocer las propiedades y características de los materiales de las canteras.

Ubicación. La ubicación de esta juega un papel muy importante en el costo de la vía. Para su elección se deberá tener en cuenta lo siguiente.

Su ubicación será lo más próximo posible a la vía a mejorar, dado que así se lograra disminuir la distancia de acarreo.

La exploración de estas será la más sencilla y económica posible, a fin de lograr el menor costo de las labores en esta etapa.

Su volumen será cuanto menos aquel que permita realizar el mejoramiento de la vía en su estado inicial, dado que en esta etapa se tendrá el mayor requerimiento de materiales.

Su ubicación será tal que no se tenga problemas legales al momento de la explotación; ya que de lo contrario se sufrirá un retraso de obra y consiguientemente un incremento de los gastos de gestión.

#### **D. Ensayos de laboratorio para determinar las características de los suelos y materiales de cantera.**

Los ensayos a realizar con las, muestras obtenidas pueden ser físico- mecánico o químicos. Los análisis físico – mecánicos permiten conocer el comportamiento del suelo ante la acción de cargas externas, los análisis químicos nos permiten conocer la naturaleza y composición química del suelo.

Entre los análisis físicos y químicos – mecánicos, tenemos:

##### **Contenido de humedad** (para muestras de calicata y cantera)

Viene a ser la cantidad de agua en una masa de suelo se expresa en términos de contenido de humedad.

Es la relación que existe entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra completamente seca, que generalmente se expresa en porcentaje.

$$\omega\% = \frac{P_{\omega}}{P_s} \times 100 \dots\dots\dots(28)$$

##### **Dónde:**

W(%): Contenido natural de humedad dado en porcentaje.

Pw: Peso del agua

Ps: Peso de la muestra seca.

En el laboratorio:

$$\omega\% = \frac{P_{hm} - P_{ms}}{P_{ms}} \times 100 \dots \dots \dots (29)$$

**Donde:**

W(%): Contenido natural de humedad dado en porcentaje.

Pmh: Peso de muestra húmeda.

Pms: Peso de la muestra seca.

**Peso específico** (Para muestras de calicata y cantera)

Es la relación que existe entre el peso y el volumen de la fase sólida de la muestra. Su fórmula es la siguiente.

Para partículas mayores a 4.75 mm. Se usa el método estándar AASHTO T-85 (Grava y Arena Gruesa).

$$P_e = \frac{\text{Peso piedra en el agua}}{\text{Peso piedra en el aire} - \text{peso piedra en el agua}} \text{gr/cm}^3 \dots \dots \dots (30)$$

Para partículas menores a 4.75 mm. (Tamiz N°4). Se usa el método estándar AASTHO T-100-70 (Limo y Arcilla).

**Donde:**

$$P_S = \frac{W_s}{W_S + W_{f+w} + W_{f+w+s}} = \frac{a}{a+b+c} \dots \dots \dots (31)$$

A: Peso del suelo seca al horno (gr.)

B: Peso del matraz con agua hasta la marca de 500 ml (gr).

C: Peso de matraz más muestra + agua hasta la marca de 500 ml (gr)

### **Análisis granulométrico**

EL Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, sostiene que el análisis granulométrico, se realiza con la finalidad de determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

Los resultados se presentan por medio de curvas de distribución granulométrica en la cual se grafica el diámetro de las partículas en el eje de las abscisas y el porcentaje que pasa en el eje de las ordenadas. La forma de la curva es un indicador de la granulometría, tenemos que los suelos uniformes están representados por líneas en forma de S que extienden a través de varios ciclos de la escala logarítmica.

**Coefficiente de Uniformidad (Cu):** Su valor numérico decrece cuando la uniformidad de la muestra aumenta, así se tiene:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

**SI:**

$Cu < 3$	Muy uniforme
$3 < Cu < 15$	Heterogéneo
$15 < Cu$	Muy Heterogéneo

**Coefficiente De Contracción (CC):** Se expresa con la siguiente fórmula:

$$Cu = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})}$$

Si  $1 < C_C < 3$  “Bien Graduado”

**Tabla 19:**

*Periodos de Retorno para Diseño De obras de Drenaje en Carreteras de Bajo Volumen de Transito.*

Tipo de material tamaño de las partículas	Tamaño de las partículas
<b>Grava</b>	75 mm – 2 mm
<b>Arena</b>	2 mm – 0.2 mm
<b>Arena gruesa:</b>	0.2 mm – 0.05 mm
<b>Arena fina:</b>	0.05 mm – 0.005 mm
<b>Limo Arcilla</b>	Menor a 0.005 mm

*FUENTE: M.T.C.M.D.C.N.P.B.T*

**Límites de consistencia o de atterberg**

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

Los límites de consistencia de un suelo están representados por contenidos de agua. Los principales son.

### **Limite líquido (L. L)**

Es el límite entre el estado plástico y semi líquido, definido como el contenido de humedad, bajo el cual el suelo se comporta como un material que exhibe comportamiento plástico.

El límite líquido nos da una idea de la resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Cuando el suelo tiene un contenido de humedad igual o mayor al límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

Los materiales granulares (arena, limo) tienen límites líquidos bajos (25% a 35%) y las arcillas límites líquidos altos (mayores al 40%).

Al graficar en escala logarítmica, el número de golpes en las abscisas y a escala natural los contenidos de humedad en el eje de ordenadas, sobre la base de tres puntos obtenidos de cuatro ensayos sobre muestras de suelo a diferentes contenidos de humedad; el límite líquido se obtiene gráficamente, siendo el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes.

Es posible también obtener el límite líquido haciendo uso de la ecuación propuesta por la BUREAU OF PUBLICS ROADS, de los Estados Unidos.

$$LL = \frac{W}{1.419 - .3LOG(s)} \dots\dots\dots(32)$$

### **Donde:**

W: Contenido de H° de la muestra cuando se une a los “s” golpes.

S: Numero de golpes al cabo de los cuales se unen las mitades del suelo en la copa Casagrande.

### **Limite plástico ( L. P)**

Es límite entre el estado plástico y semi sólido, definido como el contenido de humedad, bajo el cual el suelo exhibe un comportamiento no plástico, es decir la propiedad de deformarse sin llegar a romperse. Las arenas no tienen plasticidad, los limos la tienen pero muy poca; en cambio las arcillas, y sobre todo aquellos ricos en materia coloidal, son muy plásticas. Cuando se esté construyendo la subbase, y si el contenido de humedad es igual o mayor al límite plástico, deberá evitarse de compactar.

### Índice de plasticidad (IP)

Se define como el intervalo de contenido de humedad en el cual el suelo tiene comportamiento plástico, dado por la siguiente expresión.

$$LP = LL - LP \quad \dots\dots\dots(33)$$

Un índice de plasticidad elevado indica mayor plasticidad. Cuando un material no tiene plasticidad, suelos finos, arena por ejemplo, se considera el índice de plasticidad como cero.

Índice de plasticidad	Característica
IP>20	Suelos muy arcillosos
20>IP>10	Suelos arcillosos
10>IP>4	Suelos poco arcillosos
IP=0	Suelos exentos arcillosos

**Fuente:** Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

### Proctor modificado (para muestras de calicata y cantera )

#### Determinación de la máxima densidad y humedad óptima

La humedad óptima es la humedad más adecuada para una buena compactación (cuya unidad de medida es la densidad seca), con esta humedad se obtiene una adecuada retracción y una disminución en la resistencia a la fricción entre partículas, a una humedad óptima le corresponde una densidad máxima. Los datos obtenidos a partir del ensayo, se grafica (Densidad Seca VS Humedad), del grafico se obtiene la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad. Para el estudio se ha utilizado el Método Dinámico denominado Standard Modificado o Proctor Modificado (Método AASHTO T-180).

Tenemos la expresión para cálculo de la densidad seca.

$$Densidad\ Seca = \frac{Wh}{V(100-W)} = \frac{Dhumeda*100}{V(100-W)} \quad \dots\dots\dots(34)$$

#### Dónde:

Wh : Peso de la muestra húmeda

V : Volumen de la muestra sin secar

W : Contenido de humedad.

**Tabla 20***Contenidos óptimos de H° y densidades secas*

Tipo de suelo	Proctor Standard		Proctor Modificado	
	Wopt (%)	Ds máx.(gr/cm3)	Wopt (%)	Ds máx. (gr/cm3)
<b>Grava arenosa bien graduada Cu=15</b>	7	2.12	5-6	2.22
<b>Arena gravilloso</b>	10	1.98	7-9	2.08
<b>Arena gruesa y media Cu=3</b>	11	1.85	8-10	1.94
<b>Arena Fina Cu=2</b>	12	1.70	9-11	1.85
<b>Limo arenoso</b>	14	1.75	14	1.84

*Fuente: normas peruanas de diseño de carreteras.***Ensayo California Bearing Ratio (C.B.R)**

El CBR es un ensayo que se encarga de caracterizar la capacidad soportante del suelo, es decir, mide la resistencia del suelo, al evaluar los potenciales esfuerzos a los que será sometido el suelo en estudio; sin embargo no refleja de el efecto de la aplicación de las cargas de transito.El CBR de un suelo se calcula por la formula siguiente

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria en el suelo}}{\text{Carga unitaria de la muestra}} * 100$$

**Para determinar el CBR de un suelo se realizan los siguientes ensayos:**

Determinación de la densidad máxima y humedad optima

Determinación de propiedades de expansión del material

Determinación de la resistencia a la penetración.

Para el diseño de obras Viales, el CBR que se utiliza es el valor que se obtiene para una penetración de 0.1” a 0.2”, considerando el valor obtenido.

**Tabla 21***Valores Correspondientes a las Muestras Patrón*

UNIDADES METRICAS		UNIDADES INGLESAS	
Penetración (mm)	Carga unitaria(kg/cm2)	Penetración (mm)	Carga Unitaria(kg/cm2)
<b>2.54</b>	70.31	0.10	1000
<b>5.08</b>	105.46	0.20	1500

*Fuente: Carreteras, calles y Aeropuerto*

**Tabla 22***Clasificación Típica de CBR*

CBR(%)	CLASIFICACION
<3	Muy pobre
3-5	Pobre
6-10	Regular
11-19	Bueno
Mayor a 20	Excelente

Fuente: M.D.C.N.P.D.B.V.T

**Ensayos de Desgaste por Abrasión.(Para muestras de Cantera)**

Para este ensayo utilizamos la Maquina de los De los Ángeles, este ensayo consiste en determinar el desgaste Por Abrasión del agregado grueso, previa selección del material a emplear por medio de un juego de tamices apropiados.

“La carga abrasiva consiste en esferas de acero, cada una de ellas debe tener un diámetro de 46.8 mm y pesar entre 390 y 445 gr. La carga abrasiva a colocarse dentro del tambor rotatorio dependerá de la granulometría a ensayarse”.

**Tabla 23***Carga Abrasiva, Maquina de los Ángeles*

Granulometria	Nº De Esferas	Peso De La Carga (gr.)
A	12	5000±25

Fuente: Carreteras, calles y Aeropuertos

**Tabla 24***Cantidad de las Muestras en gramo*

TAMICES	PASA	RETENIDO				GRANULOMETRIA
		EN		A		
Mm	Pulg.	Mm	Pulg.			
37.5	1 ½	25.0	1		1250±25	
25.0	1	19.0	¾		1250±25	
19.0	¾	12.5	½		1250±25	
12.5	½	9.5	3/8		1250±25	
9.5	3/8	6.3	¼		5000±10	

Fuente: Carreteras, calles y Aeropuertos

**Tabla 25**

*Porcentajes de Desgaste Para Evaluar los Resultados del Ensayo de Desgaste o Abrasión.*

D%	Tipo De ensayo	Utilidad
<b>30</b>	A.A.S.H.O.T - 96	Para todo uso
<b>50</b>	A.A.S.H.O.T - 96	Para capa de base
<b>60</b>	A.A.S.H.O.T - 96	Para capa de sub base
<b>Mayor de 60</b>	A.A.S.H.O.T - 96	No sirve el material

*Fuente: Carreteras, calles y Aeropuertos*

### **Sistema de clasificacion de los suelos de la AASTHO (American Association of State Highway Officials.)**

Se distingue entre 7 grupos básicos: El mejor suelo para sub rasante de carreteras viene clasificado como A - 1, le sigue en calidad el A - 2, siendo el A - 7 de peor calidad. Los siete grupos básicos se han dividido en sub grupos con un Índice de Grupo (IG), (A-1a, A-1b, A-2a, A-2-5, A-2-6, A-2-7, A-7-5 y A-7-8) basándose en la composición granulométrica, El limite Liquido y el Índice de Plasticidad de un suelo.

El IG el cual nos da a conocer la calidad del suelo se lo obtiene mediante el uso de una fórmula.

$$\mathbf{IG=0.2a+0.005ac+0.01bd}$$

a = Porción de porcentaje que pasa el tamiz N° 200 mayor del 35% expresada como número entero positivo (1 a 40).

b = Porción de porcentaje que pasa el tamiz N° 200 mayor del 15% expresada como número entero positivo (1 a 40).

c = Porción numérica del límite líquido mayor de 40 y que no exceda de 30 número entero (1 a 20)

d = Porción numérica del IP mayor de 10% y que no exceda de 30 % número entero (1 a 20).

**Tabla 26**

*Clasificación de Suelos Según el índice de Grupo*

CLASIFICACION	INDICE DE GRUPO
<b>Suelos granulares</b>	0 a 4
<b>Suelos Limosos</b>	8 a 12
<b>Suelos Arcillosos</b>	13 20

*Fuente; Elaboración propia*

### **2.5.2.15.2 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, aumentado 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 perdidas observadas en los ensayos de abrasión en la Máquina de los Ángeles no deberán tener perdida 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)”.

### **2.5.2.16 Estudio de impacto ambiental**

El estudio de Impacto ambiental para el Mejoramiento del Camino Vecinal Ponguito Morillo se ejecutara 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:

1. Analizar y desarrollar el Marco Legal e Institucional, referente a los aspectos relacionados con la ejecución del proyecto de mejoramiento de camino vecinal.
2. Elaborar el estudio de Línea Base, evaluando el estado actual del medio ambiente en el que se desarrollará el proyecto de camino vecinal.
3. 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.
4. 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: Terminología básica.**

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Perú, a través del manual para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, se ha extraído algunos conceptos básicos con lo que respecta el diseño de carreteras.

**Afirmado.** Capa de material selecto procesado o semi procesado de acuerdo al diseño que se coloca sobre la sub rasante de una carretera, funciona como capa de rodadura y de soporte de tráfico en carreteras no pavimentadas.

**Berma.** Franja longitudinal, pavimentada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

**Bombeo.** Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.

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

**Calzada.** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

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

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

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

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

**Corona.** Superficie de la carretera terminada comprendida entre los bordes exteriores de las bermas.

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

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

**Despeje Lateral.** Explanación necesaria para conseguir una determinada distancia de visibilidad.

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

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

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

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

**Drenaje.** Conjunto de obras que tienen como fin evacuar las aguas superficiales y subterráneas que afectan a una vía.

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

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

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

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

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

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

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

**Impacto Ambiental.** Es la alteración o modificación del medio ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza que incluye los impactos socio ambiental.

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

**Pendiente.** Inclinación de una rasante en el sentido de avance.

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

**Plataforma.** Ancho total de la carretera a nivel de subrasante.

**Ramal.** Vía que une las calzadas que confluyen en una intersección para solucionar los distintos movimientos de los vehículos.

**Rasante.** Línea que une las cotas de una carretera terminada.

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

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

**Subrasante.** Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del Afirmado .

**Trocha Carrozable.** Camino por donde circulan vehículos automotores construidos con un mínimo movimiento de tierras, con una sección transversal que permite el paso de un solo vehículo.

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

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

**Tránsito.** Todo tipo de vehículos y sus respectivas cargas, considerados aisladamente o en conjunto, mientras utilizan cualquier camino para transporte o para viaje.

**Velocidad Directriz o de Diseño.** Es la máxima velocidad que puede mantener con seguridad sobre una sección determinada de vía. Cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

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

**Vía Urbana.** Cualquiera de las que componen la red interior de comunicaciones de una población, siempre que no formen parte de una red arterial.

#### **2.5.4 Marco histórico.**

El historial del siguiente proyecto de tesis se ha desarrollado de acuerdo a los lineamientos de las normas peruanas para diseño de carreteras para la elaboración del diseño del

Afirmado de una carretera, drenaje, señalización, estudio de Impacto Ambiental; con el fin de entender el comportamiento y funcionamiento de dicha obra de ingeniería.

El diseño geométrico de carreteras es la parte más importante del estudio para materializar la construcción de cualquier vía o carretera, no importa su magnitud ya que nos dará una idea concreta de lo que será nuestra carretera. Se debe tomar muy en cuenta el tipo de topografía del terreno porque de esta se determinará su funcionalidad, su costo, su seguridad y otros aspectos importantes de ella; y aunque el diseño geométrico de la carretera sea de gran importancia, el proyecto no se basa en cómo diseñar la carretera, se basa en el diseño del Afirmado utilizando el Método NAASRA, el cual se necesitará datos de los estudios de mecánica de Suelos, el índice de Tráfico, IMD para su elaboración.

## **2.6 Hipótesis a demostrar**

El Estudio Definitivo del Camino Vecinal **Sector Ponguito Morillo, Distrito De Shanao - Lamas - San Martin**, buscara una buena funcionabilidad y adecuada transitabilidad vehicular, de esta manera se conseguirá elevar la economía de los pobladores y la facilidad de transportar los productos.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materiales**

##### **3.1.1 Recursos humanos**

###### **Estudio Topográfico**

01 Topógrafo (Tesista), 01 Auxiliar Libretista, 02 Ayudantes Porta Miras, 02 Ayudantes Wincheros, 02 Ayudantes Porta Jalones.

**Estudio Catastral:** 01 Director - Supervisor (Tesista), 03 Ayudantes Encuestadores, 02 Ayudantes Wincheros, 01 Auxiliares de computo (vaciado, ordenamiento y selección de la información obtenida).

**Estudio de Suelos:** 01 Director - Supervisor (Tesista), 01 Técnico de Laboratorio (Tesista), 02 Ayudantes (Excavación).

Los demás estudios especiales preliminares (Hidrográfico, Geológico, Impacto Ambiental, Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos) y diseños fueron realizados por el Tesista.

##### **3.1.2 Recursos materiales, equipos y servicios**

Carta Nacional A Escala 1:100,000

Mapa Vial Del Departamento De San Martín.

###### **Estudio Topográfico**

01 Nivel Topográfico, 01 Teodolito, 01 estación total, 01 Mira de Aluminio, 02 Jalones Metálicos, 01 Brújula, 01 Wincha de 50 m, 01 Wincha de 5 m.

**Estudio Catastral:** 01 Teodolito, 01 Mira de Aluminio, 02 Winchas de 5 m, 02 Winchas de 50 m, 500 Fichas Catastrales. 03Jalones Metálicos, 01 Brújula.

**Estudio de Suelos:** Muestras de suelos, Instrumentos de Laboratorio.

Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400. 012).

Material pasante la malla N° 200 (NTP 339. 132).

Límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) (NTP 339. 129).

Clasificación SUCS (NTP 339. 134).

Clasificación AASHTO (NTP 339. 135).

Contenido de humedad (NTP 339. 127).

Proctor modificado (NTP 339. 141).

California Bearing Ratio (CBR) (NTP 339. 145).

Para estos ensayos se han utilizado los equipos siguientes:

Estufa electrónica MEMMERT de 30 a 225 °C

Es el equipo que sirve para para el secado de muestras de suelos. Se utilizará la estufa electrónica para poder obtener los límites de consistencia.

Balanza electrónica de 300 gr, 600 gr, 3 kg, 6kg y 12kg.

Se utiliza este equipo para el pesado de muestras de suelo.

Equipo de Copa de Casagrande.

El equipo de Copa de Casagrande se utiliza para la determinación del Límite Líquido y el Límite Plástico y junto con los Ranuradores AASHTO, Plástico, y la placa de virio se determina dichos límites.

Juego de tamices desde 2” hasta la malla N° 200.

Los juegos de tamices sirven para la determinación de la granulometría de suelos.

Balanza hidrostática de 6000 gr.

Se utiliza para determinar los pesos específicos en las muestras de los suelos.

Equipo completo de compactación:

Se utilizan para la determinación de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad.

Molde de 6”

Pisón de 18 Pulg.

Malla 3/4 y N° 4

Equipo completo de CBR:

Sirve para la determinación de los parámetros de resistencia de suelos de 1 pulgada y 2 pulgadas, siendo el equipo completo los siguientes:

Molde 6”

Disco espaciador.

Pisón de 18 pullg.

Marco de carga CBR.

Papel filtro

Trípode de aumento de volumen.

Para sostener el molde.

Dial de expansión.

### **Otros Recursos:**

Material Bibliográfico

Cámara Fotográfica Canon

Material De Escritorio

Software De Cómputo: Microsoft Office Y Autocad

Internet (Buscadores De La Web)

Hardware: Computadora Portátil Intel Core I5

Impresora Canon Pixma 220 Series

Plotter Hp 100 Series

## **3.2 Metodología de la investigación**

### **3.2.1 Universo, muestra población**

#### **3.2.1.1 Universo**

El estudio realizado, basado en el manual Manual de Diseño de Bajo Volumen de Tránsito del Ministerio de Transportes, el cual nos delimita que nuestro universo, está conformado para el diseño estructural del Afirmado con el método NAARSRA.

### **3.2.1.2 Muestra**

La muestra lo constituye el método NAASRA, pero para una mayor seguridad se aplicará los Métodos AASHTO y el Instituto del Asfalto que sólo se compararon para ver la diferencia y notar el beneficio del método del proyecto por ser un camino de bajo volumen de tránsito.

### **3.2.1.3 Población**

La población tiene que ver con el tamaño del universo, y como este es la aplicación del Método NAASRA en el camino vecinal, entonces la población será del método estudiado en el diseño del Afirmado para este tipo de camino de bajo volumen de tránsito.

## **3.2.2 Sistema de variables.**

### **3.2.2.1 Variable Independiente.**

El estudio definitivo del camino vecinal tramo **Sector Ponguito Morillo, Distrito De Shanao - Lamas - San Martin.**

### **3.2.2.2 Variable Dependiente.**

Mejorar el transporte de la población y la operación y mantenimiento del camino vecinal.

Mejorar la economía de los pobladores reduciendo los costos de transporte y garantizando la venta en los mercados a un precio económico.

## **3.2.3 Diseño experimental de la investigación.**

### **3.2.3.1 Trazo y diseño vial.**

En general, el trazo de la carretera se ha ejecutado tratando de aprovechar al máximo la plataforma existente, evitando por tanto introducir mejoras que signifiquen movimientos de tierra excesivos o impliquen la construcción de obras de arte o estructuras costosas.

### **Criterio General de Aplicación.**

Tomando en cuenta que la carretera forma parte del Sistema Departamental, así como el volumen de tránsito que soporta, su composición, distribución horaria y las características geométricas que actualmente presenta; el Tesista, siguiendo las recomendaciones expresadas en El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, ha elegido los parámetros de diseño que más adelante se detallan.

### Excepciones Consentidas.

Los parámetros de diseño definidos podrán sufrir variaciones en aquellos casos en los que su aplicación implique la ejecución de obras cuyo costo incremente el presupuesto total del proyecto.

### Consideración Especial.

En general el diseño geométrico procurara adaptarse a las condiciones naturales del terreno, evitando los movimientos de tierras excesivas o la construcción de obras de arte o estructuras costosas.

#### 3.2.3.2 Características técnicas

Las características de la carretera en estudio, según las El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito; son los siguientes:

Superficie de Rodadura	=	3.50 m
Bermas Laterales c/lado	=	0.50 m
Ancho de la calzada	=	4.50 m + sobreeanchos y peraltes.
Ancho final de explanaciones	Talud de relleno del pavimento + Ancho de la calzada	
	=	4.60 + Sobreeanchos + peraltes + $2(Z(\text{talud}) * e)$ .
Velocidad directriz	:	30 km/h
Número de vías	:	01
Superficie de rodadura	:	3.50 m
Radio mínimo	:	30.00 m
Long. Curva vertical min.	:	40 m
Ancho de calzada	:	4.50 + sobreeanchos
Cunetas sin revestir	:	0.50 m x 1.00 m
Bombeo	:	2.00%
Peralte	:	10.00%
Pendiente máxima	:	4.32%
Pendiente mínima	:	0.29%
Pendiente mínima terraplén	:	0%

Talud de corte	:	1H : 1V Material suelto o medianamente compacto.
Talud de corte	:	1H : 4V Roca Suelta.
Talud de corte	:	1H : 10V Roca fija.
Talud de relleno	:	1.5H : 1V Hormigón

### **3.2.3.3 Trazo, nivelación y secciones transversales**

#### **3.2.3.3.1 Alineamiento horizontal**

A efectos de referenciar las progresivas en el terreno se ha utilizado estacas, pintándolas con pintura esmalte la escritura de la progresiva de color rojo.

Los primeros 3 PIs. han sido monumentado mediante estacas de fierro para el posterior replanteo según el cuadro de elementos de curva que presentará el estudio, las que han sido convenientemente empotradas en el terreno y pintadas de color rojo en la parte superior. Las restantes han sido estacadas y pintadas de rojo la parte superior.

Los planos de planta se dibujaron a escala de 1:2,000 siguiendo las instrucciones contenidas en las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, en el referido plano se muestra, igualmente, el Cuadro de Elementos de Curva, con los datos del radio, tangente, longitud de curva, externa, kilometrajes de los P.I, P.C. y P.T., coordenadas etc.

#### **3.2.3.3.2 Curvas horizontales**

##### **Radios Mínimos Normales.**

Durante el trazo del eje se han replanteado aproximadamente 36 curvas horizontales. Las curvas horizontales se han diseñado con radios de acuerdo a las características geométricas anteriormente mencionadas.

##### **Peralte.**

Durante la fase de gabinete se determinaron los peraltes de todas las curvas, en función al radio y a la velocidad directriz del diseño; pero por tratarse de un tramo con topografía moderada, IMDA inferior a 200 veh/día y velocidad directriz igual a 30 km/h y según el MDCNPBVT, se optó por uniformizar el peralte a 2.5%, para la totalidad de las curvas.

### **Banquetas de Visibilidad.**

Dada la naturaleza del camino, así como la velocidad directriz elegida, no se juzga necesario el diseño de banquetas de visibilidad; pero se acompañan los cálculos, por cuestiones estrictamente académicas y que deben aplicarse a proyectos en la que sea indispensable su aplicación.

### **Comprobación de Visibilidad en una Curva Horizontal.**

A continuación se hace una ilustración de la forma de calcular una banqueta de visibilidad, para ser aplicado en cualquier otro proyecto donde la topografía del terreno lo permita, en el tramo en estudio tenemos taludes de corte relativamente pequeños

#### **3.2.3.3.3 Secciones transversales.**

##### **Calzada.**

La sección de la carretera departamental, en la última parte de su recorrido (15%), por las características topográficas han sido construidas a nivel del terreno natural; actualmente presentan un ancho promedio de 4.00 m. En el resto de la vía solo existe camino de herradura, el cual debe aperturarse en su totalidad.

Durante la ejecución del estudio de suelos se analizará la granulometría del terreno de fundación, CBR y demás constantes físicas, a fin de determinar la posibilidad de mejorar sus propiedades físicas y capacidad portante mediante la adición de material de canteras que reúnan condiciones, tanto técnicas como de capacidad en volúmenes.

##### **Taludes.**

Los taludes de corte de los caminos varían según la naturaleza del material; así se pueden observar los siguientes taludes:

Material Suelto	3 : 1
Roca Suelta	4 : 1
Roca Fija	10 : 1

Los taludes de relleno varían entre 1:1.5 y 1:1, según se trate de rellenos con tierra suelta.

##### **Detalles de Ejecución de la Sección Transversal.**

Para efectos del ensanchamiento de la calzada, se ha tomado en cuenta las recomendaciones contenidas en El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2013) y

El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito en los aspectos referentes a : (i) la explanación; (ii) la formación y protección de taludes; (iii) los muros de contención; (iv) la instalación de señalización vertical.

#### **3.2.3.3.4 Trazado del perfil longitudinal.**

##### **Perfil Longitudinal Existente y Propuesto.**

En terreno ondulado la rasante sigue las inflexiones del terreno.

El perfil longitudinal del estudio, corresponde al perfil del eje de simetría de la sección transversal de la plataforma, su levantamiento se realizó mediante la nivelación de todas las estacas del eje, aplicando el método de la nivelación directa, ubicando BMs. de control y BMs. auxiliares cuando se requieren (zona de obras de arte).

##### **Drenaje.**

El drenaje se efectuará por medio de cunetas laterales, construidas a lo largo de todo el camino, en los lugares donde se requiere se revestirá la cuneta con una mezcla de concreto  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$  y un emboquillado o albañilería de piedra.

#### **3.2.4 Diseño de instrumentos**

Se utilizaran los instrumentos que nos servirán para esta investigación que a continuación se detallan:

##### **3.2.4.1 Trabajos de Campo**

**Topografía:** Después del Reconocimiento del Terreno; Se realizó el levantamiento topográfico de la zona en estudio con estación total y nivel de ingeniero para el trazo del eje de carretera, mediante el trazo de una poligonal principal de apoyo cerrada en la calle principal y poligonales secundarias abiertas, las mismas que fueron niveladas con precisión.

Se tomaron 32 estaciones principales y 123 puntos auxiliares; a partir de cada estación se han visado los puntos de enlaces (un total de 135 puntos) tomando las cotas de todas las intersecciones, puntos de cambio de pendiente y todos los puntos que nos permitan construir curvas de nivel con equidistancias de 1 m. en terrenos con pendientes mayores a 5% y a cada 0.50 m. en pendientes menores al 5%.

Utilizando un croquis se han tomado las dimensiones de cada uno de los elementos del proyecto, para su posterior dibujo en los planos topográficos.

**Estudio de suelos:** se realizaron la excavación de calicatas a 1.5 metros de profundidad, en donde se proyectara todo el trazo del tramo de carretera.

#### **3.2.4.2 Trabajos de Gabinete**

**Topografía:** Los datos tomados en el campo utilizando los equipos topográficos se han procesado y luego de una minuciosa revisión se obtiene las cotas de cada uno de los puntos.

Se dibujaron los planos con los datos topográficos y croquis se han utilizado el programa AUTOCAD 2016.

**Estudio de suelos:** se realizaron los ensayos en el laboratorio de la F.I.C.A, realizando los estudios principales según exigencia del reglamento y la norma técnica de carreteras.

#### **Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos**

Se contará con las siguientes fuentes e instrumentos de selección de datos:

Asesoramiento Profesional especializado.

Información de textos.

Circuitos viales.

Expediente técnico Mejoramiento del Camino Vecinal

#### **De lo Relacionado a las Técnicas Estadísticas**

Se plantea una investigación del tipo Descriptiva- Aplicativa

##### **a) Diseño Descriptivo - Aplicativo:**

Se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad.

No hay manipulación de variables, estas se observan y se describen tal como se presentan en su ambiente natural. Su metodología es fundamentalmente descriptiva, aunque puede valerse de algunos elementos cuantitativos y cualitativos.

##### **Recolección de datos:**

En el informe de la investigación se señalan los datos obtenidos y la naturaleza exacta de la población de donde fueron extraídos. La población a veces llamada universo o agregado constituye siempre una totalidad. Las unidades que la integran pueden ser individuos, hechos o elementos de otra índole. Una vez identificada la población con la que se trabajará, entonces se decide si se recogerán datos de la población total o de una muestra

representativa de ella. El método elegido dependerá de la naturaleza del problema y de la finalidad para la que se desee utilizar los datos.

#### **Población total:**

Muchas veces no es difícil obtener información acerca de todas las unidades que componen una población reducida, pero los resultados no pueden aplicarse a ningún otro grupo que no sea el estudiado.

#### **Muestra de la población:**

Cuando se trata de una población excesivamente amplia se recoge la información a partir de unas pocas unidades cuidadosamente seleccionadas, ya que si se aborda cada grupo, los datos perderían vigencia antes de concluir el estudio. Si los elementos de la muestra representan las características de la población, las generalizaciones basadas en los datos obtenidos pueden aplicarse a todo el grupo.

#### **b) Diseño Experimental**

El **diseño experimental** es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto.

### **3.2.5 Procesamiento de información**

#### **Trabajos de Campo- Estudio catastral**

Se realizaron las visitas domiciliarias en las localidades de **Sector Ponguito Morillo, Distrito De Shanao - Lamas - San Martín** para realizar las encuestas, solicitando la información deseada, trabajo efectuado con mucha responsabilidad y para lo cual se tuvo que trabajar mostrando los siguientes aspectos: Educación, responsabilidad, personalidad, respeto, honradez, dialogando con cada uno de los responsables de familia.

Se procedió a la obtención de los datos requeridos llenando las fichas catastrales elaboradas, posteriormente a la medición de los predios y dibujo del croquis correspondiente a mano alzada con todas las medidas posibles.

## **Trabajos de Gabinete**

Se anotaron los datos de las ficha catastrales en una base de datos en el programa Microsoft Excel, detallando y separando la información obtenida para los distintos fines requeridos.

Se dibujaron los predio teniendo como referencia los bosquejos obtenidos en el campo a mano alzada realizando los ajustes necesarios, empalmando los lotes en una escala conveniente dando forma al plano general de la localidad totalmente lotizado.

## **Ensayos Realizados**

Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Límites de Consistencia, Clasificación de Suelos, Compactación, CBR.

### **3.2.5.1 Ensayos preliminares**

Antes de poder realizar el diseño del Afirmado mediante el Método NAASRA, se procedió a realizar el cálculo del EXEDENTE PRODUCTOR, para determinar el IMD, de esta manera poder sacar un promedio aritmético de la producción, la fecha que se ha hecho el estudio fue en Enero del 2016 de 06 00am hrs al 7.00am hrs y de 17.00pm hrs a 19.00 pm hrs, se tomó estas horas ya que son horarios donde la población está presente en sus casas y poder realizar las preguntas sobre producción

Una vez obtenida el resultado de tráfico se inició el estudio de la mecánica de suelos, iniciando de esta manera las excavaciones de calicatas a un costado de todo el tramo del camino vecinal **SECTOR PONGUITO MORILLO**, uno al inicio, la segunda a 500m y el resto a cada 1000 metros y con una profundidad de 1.5 metros aproximadamente.

Se extrajo las muestras para hacer un estudio en el laboratorio de Mecánica de Suelos y de esta manera obtener los resultados y de acuerdo a esto poder conseguir la clasificación de los suelos que tiene el tramo del proyecto.

De la clasificación de los suelos se podrá extraer el CBR de diseño del proyecto, porque para hacer el diseño del Afirmado en primera instancia se tendrá en cuenta el valor soporte CBR y el Índice de tráfico.

Al terminar de diseñar con el método NAASRA, se ha procedido en diseñar con otro método AASHTO para determinar el espesor del afirmado; el cual se ha diseñado con los mismos resultados de campo (mecánica de suelos, estudios de tráfico, y otros conceptos que determinan el espesor de la base o Afirmado)

### **3.2.5.2 Diseño del afirmado**

Para comenzar a hacer el diseño del afirmado, primero se tendrá que ver qué tipo de camino según especifica el Diseño Geométrico de Carreteras y de esta manera tener el periodo de diseño para el afirmado de (10 años).

Con todos estos datos (análisis de tráfico, CBR de diseño, Periodo de Diseño y otros se realizará el cálculo de Ejes Equivalentes que será útil para introducir en la fórmula del diseño de afirmado según la ecuación del Método NAASRA.

Al calcular en la ecuación del método NAASRA, se obtendrá el espesor del Afirmado base ( $e = 150$  mm), previa limpieza y corte de la subrasante para eliminar el suelo orgánico e impurezas que sería perjudicial para el proyecto.

Hemos diseñado en este proyecto un camino de bajo volumen de tránsito, ya que el IMDA es menor a 400 vehículos por día, catalogándose como un camino de tercera clase según el ministerio de transportes.

### **3.2.5.3 Descripción del estudio de los resultados para la obtención del espesor en el diseño del afirmado.**

#### **3.2.5.3.1 Resultados del estudio de tráfico.**

El estudio de tráfico tiene por objetivo directo determinar el Índice Medio Diario (IMD) que circula por la vía y el número de Ejes de Carga Equivalentes (EAL) que soportará la vía dentro de su periodo de vida.

En el caso del IMD de la vía, su determinación permite clasificar el camino, para el diseño geométrico del mismo, así como conocer cuál será el costo por kilómetro para la ejecución del proyecto, que justifica la rentabilidad económica del proyecto.

El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera **SECTOR PONGUITO MORILLO**.

La Carretera en estudio, por tratarse de una vía a aperturarse, y no contando con tráfico actual; se optó por realizar un estudio de Población y analizar la Producción de la Zona y aplicando la Metodología del EXCEDENTE DEL PRODUCTOR, se determinó el IMDA, proyectado para un periodo de diseño de 10 años, tal como especifica el Diseño Geométrico de Carreteras.

**Tabla 27***Periodos De Diseño Según Tipo De Carretera.*

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño
<b>Autopista Regional</b>	20 - 40 años
<b>Troncales suburbanas</b>	15 - 30 años
<b>Troncales Rurales</b>	
<b>Colectoras Suburbanas</b>	10 - 20 años
<b>Colectores Rurales</b>	

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA 2001

A continuación detallamos los cuadros en la que se procesó los datos obtenidos en campo; obteniendo como resultado el IMDA.

<b>CONSIDERACIONES PARA GENERACION DEL IMDA</b>		
- POBLACION EN EL AÑO DE INICIO:	164	HAB
- VOLUMEN DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN EL AÑO INICIO:	1,235	TON
- DIAS AL AÑO :	365	
<b><u>AUTOMOVIL</u></b>		
- NUMERO DE PASAJEROS POR VEHICULO:	4	
- PORCENTAJE DE LA POBLACION QUE VIAJARA AL AÑO EN AUTOMOVILES :	35%	
- NUMERO DE VIAJES AL AÑO :	9	
<b><u>CAMIONETA</u></b>		
- NUMERO DE PASAJEROS POR VEHICULO:	12	
- PORCENTAJE DE LA POBLACION QUE VIAJARA AL AÑO EN CAMIONETAS :	50%	
- CAPACIDAD DE CARGA:	0.5	TON
- PORCENTAJE DEL EXCEDENTE PRODUCTOR TRANSPORTADO EN CAMIONETAS	3%	
- NUMERO DE VIAJES AL AÑO :	8	
<b><u>CAMION 2E</u></b>		
- CAPACIDAD DE CARGA:	4	TON
- PORCENTAJE DEL EXCEDENTE PRODUCTOR TRANSPORTADO EN CAMIONETAS	60%	
<b><u>CAMION 3E</u></b>		
- CAPACIDAD DE CARGA:	10	TON
- PORCENTAJE DEL EXCEDENTE PRODUCTOR TRANSPORTADO EN CAMIONETAS	37%	

**Tabla 28***Trafico actual (situacion óptima) - Tramo: Ponguito-Morillo*

TIPO DE VEHICULO	IMDa	%
AUTOMOVIL	<b>1</b>	20%
CAMIONETA	<b>2</b>	30%
BUS MED.	<b>0</b>	0%
BUS GRAN	<b>0</b>	0%
CAMIÓN 2E	<b>2</b>	30%
CAMIÓN 3E	<b>1</b>	20%
TOTAL	<b>6</b>	100%

**Tasas de Crecimiento para el Trafico normal**

Vehiculos Ligeros y de pasajeros	0.9%
Vehiculos Pesados de Carga	3.5%

**Tabla 29***Cálculo del índice medio diario*

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
TIPO DE VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
TRAFICO NORMAL	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Automovil	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camioneta	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bus Med.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Gran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 3E	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TRÁFICO GENERADO		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Automovil		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camioneta		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus Med.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Gran		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IMD TOTAL		<b>14</b>									

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.2.5.3.2. Estudio de suelos**

#### **3.2.5.3.2.1 Canteras**

Como propuesta original para la base o Afirmado del Proyecto Estudio Definitivo Del Camino Vecinal **SECTOR PONGUITO MORILLO**, el material de cantera a ser utilizada fue del cerro más cercano, ubicada a una distancia promedio de 38km del proyecto.

Para el diseño final del proyecto se optó en mezclar de la cantera del río Mayo Sector Mishquiyacu y la cantera de cerro Bartel II, 70%+30% TDF Los resultados del estudio de las canteras se presentarán en el Anexo.

#### **3.2.5.3.2.2 Calicatas**

El estrato superior e inferior, está conformado por Arcilla inorgánica de mediana plasticidad ,color marrón claro de consistencia media, con una resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada con % de arena ,según la Clasificación SUCS; y según la Clasificación AASHTO pertenecientes a los grupos y sub - grupos A-7-6(15), a una profundidad de 0.10 - 1.50 m.De lo señalado se puede concluir que los suelos que componen el presente tramo son predominantemente finos con variado contenido de arenas. Los índices plásticos son en su mayoría menores a 25 y variables .Los límites líquidos son menores a 50 %.

Los resultados del estudio de las calicatas se presentarán en el anexo del estudio de mecánica de suelos, especificando los tipos de suelos presentados en el área del proyecto.

### **3.2.5.3.3 Diseño del afirmado**

#### **3.2.5.3.3.1 Diseño del afirmado**

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de grava o Afirmado, se desarrolló el método de NAASRA.

#### **3.2.5.3.3.2 Determinación del espesor del afirmado (método NAASRA)**

Basada en la ecuación empírica que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el Afirmado expresado en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

$$e = \left[ 219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} * (Nrep / 120)$$

Donde:

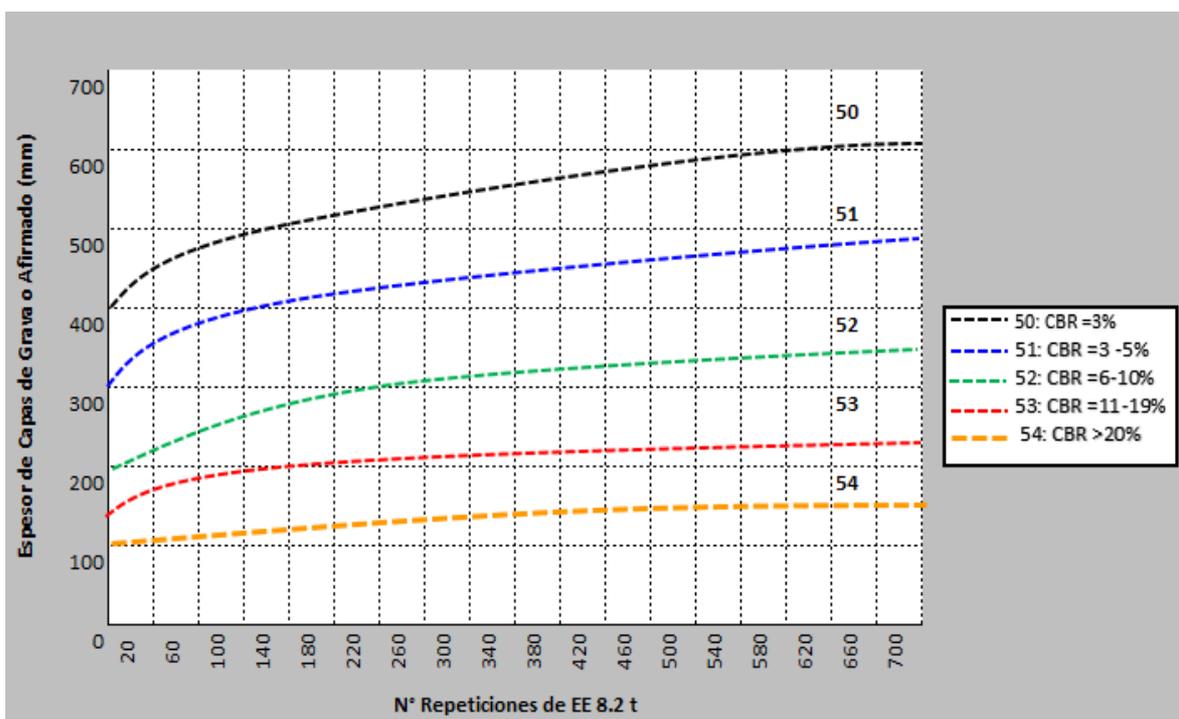
$e$  = espesor de la capa de Afirmado en mm.

$CBR$  = valor del CBR de la subrasante.

$N_{rep}$  = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Para el caso del proyecto el número de Repeticiones de EE se encuentra  $1 \times 10^5 < X < 1 \times 10^6$  para un diseño de 10 años, exactamente  $N_{rep} = 22015.4$  ( $104 \times 2.2015.4$ ), y el CBR de diseño será aquel que represente el percentil 75% de los valores de CBR, obteniéndose para este valor un CBR de diseño de 8.60 % (al 95% de la Máxima Densidad Seca).

Luego de haber obtenido el valor del CBR de diseño según la figura N°11, aplicaremos la fórmula para determinar el espesor de la capa de revestimiento granular del método NAASRA, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el Afirmado expresado en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes.



**Figura 24: Determinación de Espesor de capa Granular base, mediante el método NAASRA.** (Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA)

El cálculo de  $N_{rep}$  se realizara con la tabla 28

IMD Total ambos sentidos	Número de repeticiones de EE 8.2Tn
10	15725
14	X
20	31451

Fuente: elaboración propia

$$20 - 10/20 - 14 = 31451 - 15725 / 31451 - X$$

Resolviendo la ecuación obtenemos  $X = 22015.4$

Procedemos a calcular el espesor del afirmado.

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10} * (Nrep / 120)$$

Desarrollando y reemplazando la ecuación tenemos lo siguiente:

**Para el tramo km 0+000 al 1+000 se tiene un CBR=8.40**

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10} * (Nrep / 120)$$

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} (8.40)) + 58 * (\log_{10} (8.40))^2] * \log_{10} * (22015.4 / 120)$$

$$e = (219 - 211 * 0.924279 + 58 * 0.854292) * \log_{10} (183.46)$$

$$e = (219 - 195.022869 + 49.548936) * 2.263541$$

$$e = 73.526067 * 2.263541$$

$$e = 166.43 \text{ mm} = \mathbf{16.43 \text{ cm}}$$

**Para el tramo km 1+000 al 1+900 se tiene un CBR=8.60**

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10} * (Nrep / 120)$$

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} (8.60)) + 58 * (\log_{10} (8.60))^2] * \log_{10} * (22015.4 / 120)$$

$$e = (219 - 211 * 0.934498 + 58 * 0.873287) * \log_{10} (183.46)$$

$$e = (219 - 197.179173 + 50.650618) * 2.263541$$

$$e = 72.471445 * 2.263541$$

$$e = 164.04 \text{ mm}$$

$$e = \mathbf{16.40 \text{ cm}}$$

En conclusión, al desarrollar la ecuación del método NAASRA, se ha determinado el espesor de la capa de revestimiento granular o Afirmado con 16.43 cm en el primer tramo y con 16.340 cm en el segundo tramo. Se toma un espesor de 20cm en todo el tramo del camino.

#### **3.2.5.3.4 Estudio de impacto ambiental**

El estudio de Impacto ambiental para el Mejoramiento del Camino Vecinal Ponguito Morillo se ejecutará dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales. El Estudio se detalla en el ítem IV Resultados y Anexos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

En este Capítulo presentamos los resultados obtenidos en la investigación, los mismos que se detallan como siguen:

#### 4.1 Características más sobresalientes de la carretera

Longitud	1,900.00 Km
Clasificación por su IMDA	T3 (0 –400 Veh)
Clasificación por su Función	Camino Vecinal
Clasificación por el Tipo de Relieve	Carretera en Terreno Llano
Clasificación por el Tipo de Demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación por el Tipo de Obra por Ejecutarse	Mejoramiento del camino vecinal a nivel de Afirmando y diseño de obras de arte
Velocidad Directriz	30 Km/h
Radio Mínimo	30 m
Ancho de Plataforma	4.5 m
Bombeo	2.00%
Cunetas Triangulares	Sin revestir

#### 4.2 Resultados del estudio de impacto ambiental

El Estudio del Impacto Ambiental nos ha permitido obtener la siguiente información:

**Tabla 30**

*Matriz de Impactos Ambientales*

MEDIO	IMPACTO	MAGNITUD DEL EFECTO			
		Muy Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Calidad del Aire	Aumento de niveles de inmisión:				
	Partículas,2		X		
	Metales pesados NO,CON, SO2		X		
Ruidos	Incremento de niveles sonoros:				
	Continuos		X		
	Puntuales		X		
Clima	Cambios micro climáticos	X			
Geología y Geomorfología	Aumento inestabilidad		X		
Hidrología Superficial y Subterránea	Laderas y superficies		X		
	- Pérdida de calidad de aguas	X			
	- Cambios en los flujos de caudales		X		
	- Cambios en los procesos de erosión y sedimentación		X		

	- Afectaciones a masas de aguas superficiales (zonas húmedas, esteros, etc.)		X	
	- Interrupción de flujo de aguas subterráneas	X		
	- Disminución de la tasa de recarga de acuíferos	X		
Suelos	Destrucción directa		X	
	Compactación		X	
	Aumento de erosión		X	
	Disminución de la calidad edáfica	X		
Vegetación	- Destrucción directa de la vegetación	X		
	- Alteración de población de especies	X		
	- Destrucción de poblaciones de especies protegidas	X		
	- Acumulación de metales pesados por deposición de Pb	X		
	- Cambios en las comunidades vegetales por pisoteo		X	
Paisaje	- Pérdida de productividad por aumento de los niveles de emisión de partículas	X		
	- Destrucción directa de la fauna principalmente edáfica		X	
	- Destrucción del hábitat de especies terrestres	X		
	- Visibilidad e intrusión visual de la nueva obra	X		
	- Contraste cromático y estructural de la cantera	X		
	- Denudación de superficies		X	
	- Cambios en las formas del relieve		X	
	- Cambios de la estructura paisajista	X		
	- Aumento de ruidos y sonidos no deseables	X		
	Socio económico	- Cambios en la estructura demográfica		X
- Cambios en los procesos migratorios			X	
- Redistribución espacial de la población			X	
- Efectos en la población activa			X	
- Pérdida de terrenos productivos			X	
- Alteraciones de la accesibilidad, efecto barrera			X	
- Cambios en la productividad de terrenos aledaños				X
- Deficiencia en los servicios		X		
- Pérdida del sistema de vida tradicional	X			

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Resultados del estudio desuelos

CALICATA MUESTRA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS
C-01	KM 0 + 000	1.5m	Arcilla inorgánica de mediana plasticidad, color marrón claro de consistencia media.
C-02	KM 0 + 500	1.5m	Arcilla inorgánica de mediana plasticidad, color marrón claro de consistencia media.
C-03	KM 1 + 000	1.5m	Arcilla inorgánica de mediana plasticidad, color marrón claro de consistencia media.
C-04	KM 1 + 900	1.5m	Arcilla inorgánica de mediana plasticidad, color marrón claro de consistencia media.

## Cantera del Rio Mayo y Cerro Bartel II

### 4.4 Resultados del estudio de cantera

Afín de determinar el material que se debe emplear en la construcción de la (Capa de Afirmado); se estudió los depósitos de suelos de las Canteras.

### 4.5 Resultados sobre el tráfico proyectado.

Del el estudio del Tráfico, se determinó.

Tipo De Tráfico	Vehículos Ligeros	Camiones/Ómnibus		IMDA
	Autos y Camionetas	C - 2	C - 3	
Normal X FCE	5	3	2	10
Porcentaje	3.00%	60.00%	37.00%	100%
Generado	2	1	1	4
Total Al 2027	7	4	3	14

Elaboración Propia

### 4.6 Resultados del diseño del pavimento.

A. Del Diseño Realizado por el Método de NAASRA nos da los siguientes resultados:

El espesor del afirmado es  $E = 20.00$  cm

### 4.7 Presupuesto general.

El costo del proyecto asciende a la suma de S/. 274,790.87 nuevos soles.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El proyecto correspondiente al “ Estudio Definitivo Del Camino Vecinal Sector Ponguito Morillo DISTRITO DE Shanao Provincia de Lamas Region San Martin”, comprende una longitud de KM =01+900 según el perfil; esta carretera se desarrolla sobre terrenos de topografía predominantemente accidentada por lo que la geometría del eje ha sido diseñada adaptándose a la topografía del terreno.

Las características geométricas de la carretera se obtuvieron respetando los parámetros exigidos por las Normas Peruanas de Carreteras, y por ser esta una vía de tercera clase los parámetros excepcionales suelen salir a relucir en el diseño del mismo, permitiendo así lograr una geometría más compacta.

Este estudio contribuirá como una alternativa de solución técnico-económica para la construcción de la carretera a nivel de afirmado, la vía se encuentra dentro de la categoría de TERCERA CLASE con una longitud de 1+900 Km, por la cual se consideró para el diseño del espesor del afirmado el Manual de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de Transito, ya que se trata de una carretera de índice Medio Diario (IMD), menor a 400 vehículos por día.

En la exploración del subsuelo o terreno de fundación, se ejecutó un total de 4 calicatas o excavaciones a cielo abierto, ubicadas convenientemente de tal manera de cubrir el área en estudio y determinar su perfil estratigráfico, para la determinación del CBR, Grado de Compactación y demás características, permitiéndonos estos datos conjuntamente con el índice del tráfico determinar el espesor del pavimento. Predominando los suelos arcillosos y limosos, por lo que estos suelos no serán utilizados para rellenos donde los tramos necesiten llegar a la cota de la subrasante.

#### **5.1 Selección de alternativas**

De acuerdo al análisis y diseños realizados se opta como una alternativa válida el diseño geométrico, de pavimento y obras de arte la que propone como alternativa de Mejoramiento de la carretera **SECTOR PONGUITO MORILLO** a nivel de afirmado dotando de una vía rápida segura y eficaz; reduciendo altos costos de transporte.

## **5.2 Constructacion de la hipótesis**

Del análisis técnico, se desprende que la alternativa seleccionada de diseño geométrico, de pavimento y obras de arte para la construcción de la infraestructura vial, permite a la población del **SECTOR PONGUITO MORILLO** contar con una vía en condiciones óptimas para el traslado rápido, eficaz y seguro de sus productos agrícolas.

El diseño y ejecución vial incrementará enormemente los ingresos de la población del **Sector Ponguito Morillo**, y por ende mejorando sus condiciones de vida.

## CONCLUSIONES

El Diseño Geométrico, de Pavimento y de obras de arte incrementará a la comunidad de **SECTOR PONGUITO MORILLO**, el potencial económico, social, turístico, cultural, además permitirá contar con un servicio de infraestructura vial con óptimas condiciones de circulación rápida, eficaz y segura mejorando la calidad de vida, de la población del área de influencia del proyecto.

Se ha determinado que el tránsito vehicular en el camino vecinal **SECTOR PONGUITO MORILLO** es menor a 400 vehículos por día, siendo de esta manera un camino de bajo volumen de tránsito, es por ello que al calcular el Número de Repeticiones de ejes equivalentes nos resulta un valor numérico bajo, esto significa que no será necesario mayores espesores de pavimento.

El período de diseño será 10 años para todas las estructuras, considerando los diversos parámetros de la vida útil de los elementos que conforman la infraestructura vial.

Se ha extraído material para afirmado de la cantera del río Mayo Sector Mishquiyacu (hormigón) y del cerro Bartel II, se ha determinado las características mecánicas de cada uno de ellas concluyendo que al ser mezclado 70% + 30% del Terreno de Fundación cumple con la normatividad que rige para la construcción de carreteras.

El diseño del método NAASRA cumple con las expectativas propuestas, para el diseño en caminos con bajo volumen de tránsito.

Los diseños hidráulicos, geométricos y espesor del pavimento, que se realizaron para el estudio del proyecto están acorde a los criterios de diseño contemplados en las Normas Peruanas de Diseño Geométrico de Carreteras y el Reglamento de Gestión de Infraestructura Vial y Manual de Diseño de Caminos de No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito.

Los radios se han adoptado en función a la velocidad directriz y las condiciones topográficas del terreno, siendo necesario adoptar radios con longitudes iguales al mínimo excepcional.

## RECOMENDACIONES

El Sector Transportes y demás entes encargados deberían recomendar que los estudios de Impacto Ambiental en proyectos de carreteras en zonas de Selva se realicen estrictamente y tengan un amplio enfoque en problemas ambientales, políticos, territoriales, salud, población, educación, conservación, preservación y prevención.

El método NAASRA, es el adecuado en caminos de bajo volumen de tránsito.

Al aspecto geométrico se deberá ejecutar de acuerdo a lo estipulado en los planos, salvo alguna variante que justifique su ejecución; pero se deberá hacer prevalecer lo técnico a lo económico.

Al no existir napa freática en el tramo en estudio, no es necesario ejecutar obras de drenaje subterráneo.

Implementar un plan de mantenimiento de la infraestructura vial dándole énfasis al sistema de drenaje, puesto que el agua es el mayor causante de daños en la subrasante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárdenas, J(2002).** Diseño Geométrico de Carreteras. Primera Edición, Bogotá – Colombia.
- Crespo C (1996),** Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, puentes y Puertos, Editorial Limusa, Tercera Edición, México.
- Dirección de Caminos (1963).** Especificación para Construcción de Puentes y Carreteras. Lima – Perú.
- Durán, M R (2000),** Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA, Primera Edición, Diciembre 2000, Ciudad Guatemala, Guatemala.
- Durán, M R (2000),** Manual Centroamericano de Normas Para El Diseño Geométrico De Las Carreteras Regionales, SIECA, Primera Edición, Diciembre 2001, Ciudad Guatemala, Guatemala.
- Ediciones ciencias (1996),** El arte del trazado de Carreteras, Lima – Perú, Editorial “Ciencias” S.R.L. segunda edición.
- Frederick, M (1992),** Manual del Ingeniero Civil, Editorial Mc Graw Hill, 3ra Edición. México.
- Gobierno regional de San Martín (2004),** Plan Vial Participativo Departamental de San Martín, Moyobamba.
- Guerra, C, (1997)** Carreteras, Ferrocarriles, Canales, Localización y Diseño Geométrico, Editorial América, Tercera Edición, Lima-Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007),** Censos Nacionales 1,993 IX de Población IV de Vivienda Perfil Socio Demográfico N° 21, Lima Perú.
- Martínez, A (1996),** Geología y Geotécnica de Moyobamba y Alrededores (Después del Terremoto del 19-6-68. UNI – FIC- Laboratorio De Geología.

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008)** Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, N° 305-2008-MTC/02, segunda edición, Lima – Perú, Abril 2008.

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008)**, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, N° 303-2008-MTC/02, primera edición, Lima – Perú.