



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA CIVIL

*Seminario de graduación 2010, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil*

TEMA:

---

**“LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS MORADORES DE LAS COLONIAS NUEVA ESPERANZA Y LIBERTAD, PERTENECIENTES AL CANTÓN SANTA CLARA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA.”**

---

**AUTOR:** Darío Javier Moposita Centeno

**TUTOR:** Ing. Víctor Hugo Fabara

**AMBATO – ECUADOR**

**2011**

## CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de investigación con el tema “LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS MORADORES DE LAS COLONIAS NUEVA ESPERANZA Y LIBERTAD PERTENECIENTES AL CANTON SANTA CLARA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA.” trabajo realizado por el Egresado Darío Javier Moposita Centeno.

Certifico:

- Que el trabajo de Investigación es original de su autor.
- Ha sido revisado en cada uno de sus capítulos.
- Está concluido y se puede continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Víctor Hugo Fabara.  
Tutor

## **AUTORÍA**

El contenido del presente trabajo de investigación, así como sus ideas y opiniones son de exclusiva responsabilidad de su autor, excepto las citas bibliográficas.

Egdo. Darío Javier Moposita

C.I. 160055735-7

## **DEDICATORIA**

Todo lo realizado durante mi vida estudiantil y este trabajo se lo dedico a mi familia.

A mis padres, quienes me han educado y guiado para ser lo que hoy soy, y que me han apoyado incondicionalmente en mis decisiones.

A mis hermanos, quienes sin esperar nada me apoyaron en los momentos más difíciles y todo el tiempo estaban pendiente de mí.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento eterno a todas las personas e instituciones que han aportado y colaborado conmigo durante esta etapa de mi vida.

A mis maestros por todas sus enseñanzas técnicas pero sobre todo de vida, a sus autoridades que siempre me han apoyado y un especial reconocimiento al Ing. Víctor Hugo Fabara, tutor del presente trabajo, por su permanente ayuda y dedicación de tiempo para la ejecución de este informe final.

Al consejo Provincial de Pastaza, al Ing. Valdivieso encargado del programa vial en la provincia de Pastaza, por toda la ayuda prestada para la elaboración de este trabajo.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La razón principal para la ejecución de este trabajo es el cumplimiento con el convenio entre la universidad, el Consejo Provincial de Pastaza y los moradores de las colonias Nueva Esperanza y Libertad para realizar un trabajo profesional, y de esta manera satisfacer las necesidades de los pobladores.

El trabajo que se presenta a continuación contiene una parte teórica fundamentada en bibliografía actualizada y la descripción general del diseño de la vía y los trabajos a realizarse en la ejecución del proyecto. La metodología utilizada fue la siguiente: estudios bibliográficos, experimental y de campo, siendo la observación la técnica y el cuaderno de notas para el manejo de la información.

El resultado final de todo este trabajo es que las colonias Nueva Esperanza y Libertad contarán con 5.20 km de vía de acceso a sus fincas de producción, gracias a las gestiones del consejo provincial de Pastaza para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, y consecuentemente se mejora la movilización de comerciantes y sobre todo de sus pobladores.

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA</b>	
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.2.1 Análisis del Problema	2
1.2.2 Prognosis	3
1.2.3 Formulación del Problema	3
1.2.4 Delimitaciones	3
1.2.4.1 Delimitación Temporal	3
1.2.4.2 Delimitación Espacial	4
1.3 Justificación del Problema	5
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivo Específico	5
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes Investigativos	6
2.2 Fundamentación Filosófica	6
2.3 Fundamentación Legal	7
2.4 Categorías Fundamentales	7

2.4.1 Topografía	7
2.4.2 Geología	9
2.4.3 Tráfico	10
2.4.3.1 Tráfico Promedio Diario Anual	11
2.4.3.2 Tráfico Futuro	12
2.4.3.3 Crecimiento Normal del Tráfico Actual	13
2.4.3.4 Tráfico Existente	13
2.4.3.5 Tráfico Desviado	13
2.4.3.6 Clasificación de las Carreteras de Acuerdo al Tráfico	14
2.4.3.7 Valores de Diseño Recomendados para una Vía	15
2.4.4 Diseño Geométrico	17
2.4.4.1 Alineamiento Horizontal	17
2.4.4.1.1 Velocidades de Diseño	17
2.4.4.1.2 Tangentes	18
2.4.4.1.3 Curvas Circulares	19
2.4.4.2 Distancia de Visibilidad	22
2.4.4.3 Alineamiento Vertical	27
2.5 Hipótesis	36
2.6 Variables de estudio	36
2.6.1 Variable Independiente	36
2.6.2 Variable Dependiente	36

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

3.1 Modalidad básica de Investigación	37
3.2 Nivel y Tipo de Investigación	37
3.3 Población y Muestra	38
3.4 Operacionalización de Variables	39
3.4.1 Variable Independiente	39
3.4.2 Variable Dependiente	39
3.5 Plan de Recolección de Información	40
3.6 Plan de Procesamiento de la Información	40

#### **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Análisis de los Resultados	41
4.1.1 Pregunta 1	41
4.1.2 Pregunta 2	42
4.1.3 Pregunta 3	43
4.1.4 Pregunta 4	44
4.1.5 Pregunta 5	45
4.2 Interpretación de Datos	46
4.3 Verificación de la Hipótesis	46

#### **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones	47
5.2 Recomendaciones	48

## **CAPÍTULO VI. PROPUESTA**

6.1 Datos informativos	50
6.1.1 Características de la Zona	55
6.1.2 Descripción del Proyecto	55
6.1.3 Ubicación del Proyecto	55
6.1.4 Aspecto – Económico	56
6.2 Antecedentes de la Propuesta	58
6.3 Justificación	58
6.4 Objetivos	59
6.4.1 Objetivo General	59
6.4.2 Objetivo Específico	59
6.5 Análisis de Factibilidad	60
6.6 Fundamentación	60
6.6.1 Alternativas, Selección de Rutas	60
6.6.2 Reconocimientos	61
6.6.3 Levantamiento Topográfico	62
6.6.4 Tráfico	64
6.6.5 Velocidad de Diseño	67
6.6.6 Relación con la Velocidad de Circulación	69
6.6.7 Distancia de Visibilidad	70
6.6.7.1 Distancia de Visibilidad de Parada	71
6.6.7.2 Distancia de Visibilidad de rebasamiento	71
6.6.8 Gráficos de Curvas tipo Horizontal y Vertical	72

6.6.9 Alineamiento Horizontal	73
6.6.9.1 Curvas Horizontales	73
6.6.9.2 Radio Mínimo de Curvatura	74
6.6.9.3 Elementos de las Curvas Horizontales	75
6.6.9.4 Resumen de los Elementos de las Curvas Horizontales	79
6.6.10 Alineamiento Vertical	89
6.6.10.1 Curvas Verticales	90
6.6.10.2 Combinación del diseño Horizontal y Vertical	94
6.6.10.3 Elementos de las Curvas Verticales	95
6.6.10.4 Resumen de los Elementos de Curvas Verticales	96
6.6.11 Curva de masas	119
6.6.12 Sección transversal tipo	120
6.6.12.1 Calzada	120
6.6.12.2 Espaldones	121
6.6.12.3 Taludes en corte y relleno	121
6.6.12.4 Estructura de la calzada	121
6.6.13 Estudio de Suelos	123
6.7 Metodología, Modelo Operativo	128
6.7.1 Presupuesto	128
6.7.2 Cronograma Valorado de Trabajo	129
6.8 Administración	130
6.9 Conclusiones y Recomendaciones	130

## **C. MATERIALES DE REFERENCIA**

Bibliografía	132
Anexos	133
Fotografías del Trabajo en Campo	134
Análisis de Precios unitarios	136
Planos de Proyecto Horizontal y Vertical	141

# **CAPÍTULO I**

## **LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS MORADORES DE LAS COLONIAS NUEVA ESPERANZA Y LIBERTAD PERTENECIENTES AL CANTÓN SANTA CLARA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA.**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1.- INTRODUCCIÓN**

Las vías de comunicación terrestre son consideradas como motores de la vida social e importante para el desarrollo de las comunidades. El hombre a través de la historia ha buscado continuamente la manera de llegar a otras comunidades en busca, implementando técnicas rudimentarias en la apertura de caminos, ya sea con machetes, hachas, etc.

Al transcurrir el tiempo dichas técnicas han ido mejorando hasta llegar a los equipos y maquinarias utilizadas en la actualidad.

Se define a la carretera como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales han sido adaptados

Una vía o carretera es una estructura diseñada para comunicar ciudades entre sí, además de permitir la correcta movilización de las personas, animales y productos propios de determinadas regiones incrementando el desarrollo de las mismas.

El hecho de contar con una vía, ha traído grandes ventajas no solo en el aspecto económico, si no también en lo social y político para la región donde se sitúa la obra, así como el resto del país.

El material utilizado en la construcción o mejoramiento de la misma debe constar con parámetros de calidad acorde a las normas de manera que brinden al sector beneficiado un correcto funcionamiento a demás de una vida útil adecuada.

La provincia de Pastaza se ha caracterizado por su progreso constante, pese a los grandes obstáculos naturales propios de la amazonia, actualmente necesita vías que comuniquen sus nuevas comunidades con el resto de la Provincia.

La colonia nueva Esperanza y colonia Libertad, es una población que se ha consolidado como consecuencia del proceso de colonización de la zona central de la Amazonía y de la migración interna. Su crecimiento ha sido un poco ordenado pece a que se han elaborado varios planes de desarrollo urbano, es por esta razón que se hace necesario crear nuevas vías de acceso a los caseríos para que los habitantes puedan sacar sus productos, tengas facilidad de trasladarse de un sitio a otro y puedan seguir desarrollándose.

## **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1.- ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

La población de estas comunidades debido a su crecimiento poblacional y su desarrollo socio-económico, necesita tener una correcta movilización tanto de los pobladores como también de los productos propios de la zona.

De acuerdo al crecimiento de la población según últimos datos obtenidos por el INEC se puede notar que las colonias Nueva Esperanza y Libertad requieren de una correcta movilización capaz de satisfacer la necesidad de los habitantes y

evitar tener complicaciones en el transporte de sus productos que es la fuente de su desarrollo.

Tomando en cuenta el desarrollo socio-económico de estas comunidades, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector no podemos dejar transcurrir los años sin realizar proyectos que marginen a las comunidades, es necesario poner en marcha la construcción de nuevas y mejores vías de comunicación.

### **1.2.2.- PROGNOSIS**

La no realización del presente trabajo limitará la posibilidad de desarrollo de la población de Nueva Esperanza y Libertad, así como provocarán una mala atención médica al no tener vías de acceso hacia dichas colonias y así provocar pérdida de vidas humanas.

La economía de estas comunidades se la calificaría como baja ya que los productos que generan estas zonas no se los podría sacar al mercado por la no existencia de una vía de comunicación, y la marginación de dichas colonias seguiría predominando por el hecho de no tener una buena calidad de vida al no existir una carretera que una las colonias.

### **1.2.3.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál será la alternativa para mejorar la infraestructura vial de las colonias Nueva Esperanza y Libertad perteneciente al cantón Santa Clara de la provincia de Pastaza para obtener una buena calidad de vida de los moradores?

### **1.2.4.- DELIMITACIONES.**

#### **1.2.4.1.- DELIMITACIÓN TEMPORAL.**

El presente estudio se lo realizará en un periodo comprendido entre Febrero y Julio del 2011.

#### 1.2.4.2.- DELIMITACIÓN ESPACIAL.

La colonia Nueva Esperanza y colonia Libertad, parroquia San José pertenece al cantón Santa Clara de la provincia de Pastaza, se localiza en el centro de la Región Amazónica Ecuatoriana, Km 24 vía Puyo – Tena. Posee una extensión entre las coordenadas geográficas 1°10 Latitud Norte y 78°10 de Longitud Oeste; 2°35 de Latitud Sur y 76°40 de Longitud Oeste.

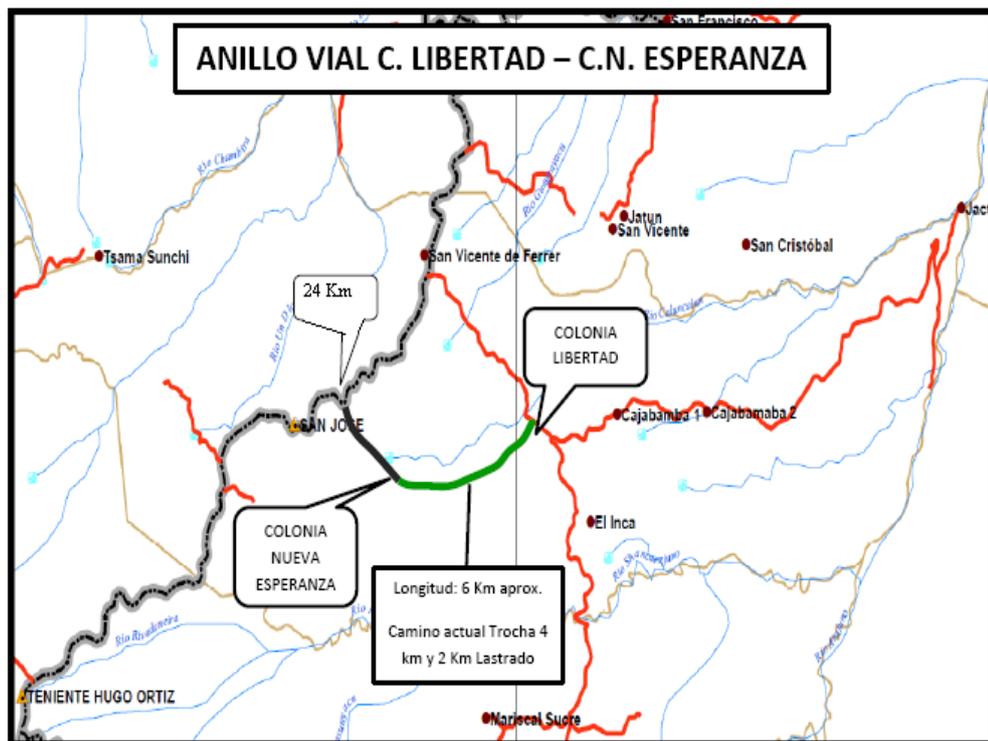


Figura N° 1.1 Ubicación del Proyecto  
Fuente: Consejo Provincial de Pastaza

### **1.3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente la colonia Nueva Esperanza y la colonia Libertad carecen de caminos aptos para el ingreso y salida de productos así como de personas, por lo que se desea cambiar la economía facilitando el intercambio comercial especialmente en el sector agrícola.

Consciente de nuestra profesión es fundamental que se construya este servicio aplicando técnicas apropiadas para resolver el problema existente por la falta de vías de comunicación.

### **1.4.- OBJETIVOS**

#### **1.4.1.- OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Analizar la infraestructura vial entre las colonias Nueva Esperanza y Libertad para mejorar las condiciones de vida de los moradores.

#### **1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- ✓ Identificar las características físicas de la zona para el estudio y rediseño de la vía.
- ✓ Analizar las condiciones de vida de los moradores de la colonia Nueva Esperanza y colonia Libertad.
- ✓ Establecer mejoras en la producción agrícola en el sector debido a la presencia de transporte.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En el cantón Santa Clara, el estado de la vía colonia Nueva Esperanza – colonia Libertad se encuentra en malas condiciones por lo que es aconsejable la apertura de una nueva vía de comunicación para facilitar la comercialización de los productos agrícolas que se producen en dichos sectores.

El Consejo Provincial de Pastaza ha visto la necesidad de realizar la apertura de una nueva vía que una el Km. 28 vía Puyo – Tena con las colonias Nueva Esperanza y la colonia Libertad, proyecto que permitirá satisfacer las necesidades de las poblaciones cercanas.

#### **2.2.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

Mejorar la falta de comunicación vial para las comunidades es fundamental para su desarrollo en los distintos campos y más aún en el adelanto de los pobladores, esto solo se logra a través de la dotación de un buen sistema vial.

El propósito esencialmente es conocer las necesidades que tienen la población de las comunidades Nueva Esperanza y Libertad del cantón Santa Clara y determinar de qué manera estas interfieren con el progreso de su gente, solo así se generarían beneficios ya que se obtendría una visión exacta del problema lo que permite proporcionar soluciones aplicables al medio.

## **2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Para el diseño y construcción de las obras viales de la ingeniería en el País, se rigen por las Normas de Diseño y Especificaciones de Construcción del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, y establece diversos manuales de diseño como:

- NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO MOP 2003
- NORMAS AASHTO
- NORMAS ASTM
- NORMAS ACI

## **2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.4.1 TOPOGRAFÍA**

En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño.

Al establecer las características geométricas de un camino se lo hace en función de las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso, este que su la vez puede ser suave o escarpado.

Desde el punto de vista topográfico el terreno en el cual se encuentra la vía en estudio es montañoso suave.

Un terreno es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del

terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpada cuando dicha pendiente es mayor al referido valor.

La incidencia del factor topográfico en los costos de construcción de un proyecto vial es considerable y limitante con relación a las características del trazado horizontal, en lo referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal.

En función de estas consideraciones se ha establecido que en los estudios viales se ponga especial énfasis en los parámetro básico del diseño vial, que es la velocidad, la cual va íntimamente ligada con la topografía del terreno. De tal manera que en el diseño geométrico vial se asigna a la velocidad un valor alto para vías en terreno llano, un valor medio para vías en terreno ondulado y un valor bajo para vías en terreno montañoso.

Las características geométricas de la sección transversal tipo están en función de la topografía del terreno, en la cual gran importancia tiene el valor de la pendiente transversal del terreno. Si la topografía del terreno es montañosa suave se puede decir que es favorable con relación al posible volumen del movimiento de tierras.

Es muy importante el poner la máxima atención en la obtención de los datos en el campo, ya que de la calidad y del grado de precisión de los mismos, dependerá el desarrollo cualitativo del diseño geométrico y de obras de arte ha realizarse en la oficina.

El terreno entre las poblaciones de Nueva Esperanza y Libertad, es un terreno montañoso suave, por lo cual se realizarán estudios de diseño para una carretera de cuarto orden y como recomendación del Consejo Provincial de Pastaza; tomado en cuenta las especificaciones de radios de curvatura mínimos, velocidades bajas, con pendientes máximas establecidas en diferentes tramos de la carretera.

Luego de hacer un reconocimiento por donde van a proyectar la vía, se verificó la topografía; al inicio de la vía tenemos aproximadamente unos dos 1050 m de monte espeso lo que hace difícil el acceso. Avanzando con la ruta encontramos un campo abierto aproximadamente de 1100 m ya que dichas fincas son trabajadas para la producción de ganado, esto hace que el recorrido topográfico sea más fácil y rápido; en los tramos restantes existe 1190 m de monte espeso igual al tramo inicial, en el último tramo nos encontramos con 1870 m de camino lastrado con una sección transversal variable ya que la misma no tiene ningún tipo de estudio y diseño.

## **2.4.2 GEOLOGÍA**

El estudio geológico del suelo y de las fuentes de materiales para la construcción de un camino basados en análisis de mapas geológicos, fotointerpretación y en reconocimiento de campo son de importancia en el diseño vial ya que inciden directamente en la localización de rutas y dimensionamiento de los diferentes parámetros de diseño y en la identificación de posibles problemas relacionados con el drenaje, la expansión de los suelos, fallas geológicas en la estabilidad de los taludes del terreno, etc.

Las condiciones geológicas en la localización y en el aspecto geométrico de una carretera ya que en ciertas clases de terrenos, la existencia de aguas subterráneas y otras condiciones del subsuelo, pueden tener inconvenientes en el diseño con bajos niveles de rasante o precisar de estructuras elevadas en lugares de relleno.

Antes no estaba en la conciencia de todos y cada uno de los Ingenieros la visión clara de que el proyecto de una estructura o de una vía debe ir precisada por un estudio cuidadoso de su ambiente, y más esencialmente de los materiales sobre los cuales se asentará la estructura. La necesidad de la investigación geológica y geotécnica en los estudios viales, ha sugerido su planificación dentro de cada una de las fases en que se desarrollan y su alcance se condiciona al grado de detalle que en ellos se establezca.

Para seleccionar la ruta adecuada se necesita en primer término un reconocimiento preliminar general del área, el cual de ser posible se lleve a cabo mediante la interpretación geológica de los corredores previamente seleccionados, atendiendo principalmente a los rasgos estructurales, al aspecto superficial de las unidades presentes y a los indicios de inestabilidad antigua, actual o potencial de las mismas.

En segundo lugar se necesita cuantificar en el campo los detalles identificados en el primer paso, la cual nos permite hacer la clasificación de inestabilidad de la zona, y a la vez que introduce a las rutas los cambios necesarios para evitar los sitios que han sido clasificados como altamente inestables, cuya solución a prevención implica inversiones altas con posibilidades de éxitos remotas. Paralelamente a lo anterior propuesto, se determinan los parámetros físicos y químicos de los cuales dependen de los taludes existentes en la zona, practicando investigaciones superficiales y tomando las muestras de suelos para someterlos a los ensayos correspondientes de clasificación y obtener en esta forma, la estratigrafía típica de las capas que serán involucradas como materiales de corte y terraplén. La hidrología subterránea se estudia simultáneamente con el muestreo. Con todos los resultados obtenidos en el estudio de la geología del terreno por la que atravesará la vía el ingeniero de trazado realiza una evaluación económica de la ruta en estudio, en lo referente al tipo de material de corte a lo largo de ella, a obras de estabilización y distancias de acarreo de los diferentes tipos de materiales de construcción cuyas fuentes han sido localizadas

### **2.4.3 TRÁFICO**

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país y es el caso que nos ocupará nuestro proyecto ya que es una vía que está siendo proyectada en una zona poco desarrollada.

Al respecto conviene recordar que los proyectos de carreteras en zonas inexploradas o muy poco desarrolladas no constituyen en general proyectos aislados, sino que están vinculados con otros proyectos principalmente de infraestructura, tendientes al aprovechamiento de recursos inexplorados en la zona.

En nuestro estudio y considerando que la ubicación de nuestra carretera se encuentra en una zona poco desarrollada, hemos creído conveniente y por sugerencia del Consejo Provincial de Pastaza, que para el desarrollo de esta tesis y por lo consiguiente para los diseños respectivos, tratarlo como si fuera una carretera ubicada en el cuarto orden y por lo tanto ciertos datos se tomarán de las normas de diseño geométrico del MOP que corresponden a la carretera de cuarto orden.

#### **2.4.3.1. TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL**

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales, pero esto no es posible en la mayor parte de zonas de nuestro país, mas aun en zonas poco desarrolladas como es en la zona que nos ocupa el diseño de la vía en la provincia de Pastaza en las colonias Nueva Esperanza y Libertad.

Además convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo. En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas. Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo, son procesados con el objeto de conocer la relación que existe entre los volúmenes de tránsito de los días ordinarios respecto a los correspondientes a los fines de semana y realizar los ajustes respectivos para obtener el TPDA semanal. En la etapa final se puede ajustar el TPDA semanal en base a factores mensuales obtenidos de datos de las estaciones permanentes, cuando éstas están disponibles, o del consumo de gasolina u otro patrón de variación estacional como la periodicidad de las cosechas.

#### **2.4.3.2 TRÁFICO FUTURO.**

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto.

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado.

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30ava hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento.

#### **2.4.3.3. CRECIMIENTO NORMAL DEL TRÁFICO ACTUAL.**

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios.

#### **2.4.3.4. TRÁFICO EXISTENTE**

Es el tráfico que usa la vía, en nuestro caso no tendríamos ese tráfico ya que la vía no existe, pero se realizó un conteo de vehículos en una vía adyacente de la misma clase.

#### **2.4.3.5. TRÁFICO DESVIADO**

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

En caso de nuestra carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

Se ha estimado que el crecimiento medio de vehículos automotores en el Ecuador actualmente supera al 7 % anual. Una vez establecido la tasa de crecimiento para el periodo de estudio, aplicamos al tráfico actual, que está expresado en TPDA y calculamos el tráfico proyectado:

$$Tf = Ta (1+i)^n$$

Donde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado.

Ta = Tráfico actual.

i = Tasa de crecimiento del tráfico

n = Número de años proyectados.

#### 2.4.3.6 CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS DE ACUERDO AL TRÁFICO

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R – I o R – II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Cuadro N° 2.1 Clasificación de Carreteras según el tráfico

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

Para el diseño de carreteras en el país, se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un período de 15 ó 20 años. En el Ecuador, el MOP ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas

requerido que en su función jerárquica. Aquí se incorpora este criterio que cimentará las bases de la estructura de la red vial del país del nuevo milenio.

Para nuestro proyecto se determinó una vía de clase IV.

#### **2.4.3.7 VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA UNA VÍA TIPO IV**

Velocidad de diseño: 35 Km / h

Radio mínimo de curvas horizontales: 30 m

Distancia de visibilidad para parada: 35 m

Distancia de visibilidad para rebasamiento: 150 m

Peralte: 8 % para  $V < 50$  Km/h

Coeficiente “K” para:

Curvas verticales convexas: 3 m

Curvas verticales cóncavas: 5 m

Gradiente longitudinal máxima: 8 %

Gradiente longitudinal mínima: 0.5%

Ancho de pavimento: 6.00 m

Clase de pavimento: Capa Granular o Empedrado

Ancho de espaldones estables (%): 0.6 (C.V. Tipo 6 y 7)

Gradiente transversal para pavimentos (%): 2.5 (C.V. Tipo 6 y 7); 4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E).

Gradiente transversal para espaldones (%): 4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E)



República del Ecuador  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE  
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 - 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 - 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>											
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA								
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 <sup>(2)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(2)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(2)</sup>
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 <sup>(2)</sup>	110	75	42	75	30	20 <sup>(2)</sup>
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte	MAXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.)						8% (Para V < 50 K.P.H.)											
Coefficiente "K" para: <sup>(2)</sup>																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal <sup>(3)</sup> máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal <sup>(4)</sup> mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 <sup>(5)</sup>											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones <sup>(5)</sup> estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---											
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 <sup>(6)</sup> - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---											
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
Puentes	Carga de diseño																																			
	Ancho de la calzada (m)																																			
	Ancho de Aceras (m) <sup>(7)</sup>																																			
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																			
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																				

Cuadro N° 2.2 Valores de diseño recomendados del MOP

## **2.4.4 DISEÑO GEOMÉTRICO**

### **2.4.4.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

El diseño horizontal es precisamente una sucesión de tangentes unidas por curvas de enlaces, las mismas que pueden ser: curvas simples, curvas compuestas y curvas de transición (espirales).

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición.

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales.

Para el diseño horizontal se han analizado además los siguientes parámetros:

Velocidades

Tangentes

Curvas

Distancia de Visibilidad

#### **2.4.4.1.1 VELOCIDADES**

##### **a) VELOCIDADES DE DISEÑO**

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son

favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

#### **b) VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN**

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

La velocidad de circulación de los vehículos en un camino, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito.

#### **2.4.4.1.2 TANGENTES**

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ $\alpha$ ” (alfa).

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad.

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o por que favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio.

Las tangentes intermedias mínimas se utilizan en condiciones criticas de diseño geométrico por lo que tiene necesariamente que diseñarse con curvas reversas con tangentes intermedias cortas, si bien esta solución no es la mas recomendable es la que permite adaptar mejor el diseño a las condiciones topográficas del terreno. Si empleamos una curva de transición en este caso la tangente intermedia mínima vendría dada por la siguiente expresión:

$$T_i = L_{e1}/2 + L_{e2}/2$$

Si no se utiliza curva de transición la tangente intermedia mínima vendría:

$$T_i = L_1/2 + L_2/2$$

De ninguna manera  $T_i < 40$  m de acuerdo con las normas del M.O.P 2003.

$$T = R * \tan (\Delta/2)$$

#### **2.4.4.1.3 CURVAS CIRCULARES**

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

**Grado de curvatura:** Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se representa con la letra GC y su fórmula es la siguiente:

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R} \Rightarrow G_c = \frac{1145,92}{R}$$

**Radio de curvatura:** Es el radio de la curva circular y se identifica como “R” su fórmula en función del grado de curvatura es:

$$R = \frac{1145,92}{G_c}$$

#### a) ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

<b>PI</b>	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
<b>PC</b>	Punto en donde empieza la curva simple
<b>PT</b>	Punto en donde termina la curva simple
<b><math>\alpha</math></b>	Angulo de deflexión de las tangentes
<b><math>\Delta_c</math></b>	Angulo central de la curva circular
<b><math>\theta</math></b>	Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular
<b><math>G_c</math></b>	Grado de curvatura de la curva circular
<b><math>R_c</math></b>	Radio de la curva circular
<b>T</b>	Tangente de la curva circular o subtangente
<b>E</b>	External
<b>M</b>	Ordenada media (Flecha)
<b>C</b>	Cuerda
<b>CL</b>	Cuerda larga

- l Longitud de un arco
- l<sub>e</sub> Longitud de la curva circular

**Angulo central:** Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “α” (alfa). En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

**Longitud de la curva:** Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se lo representa como Lc y su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$Lc = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado.

**Tangente de curva o subtangente:** Es la distancia entre el PI y el PC ó entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “T” y su fórmula de cálculo es:

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

**External:** Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “E” y su fórmula es:

$$E = R * \left\{ \sec\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 1 \right\}$$

**Ordenada media:** Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M” y su fórmula de cálculo es:

$$M = R - R * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

**Deflexión en un punto cualquiera de la curva:** Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado. Se lo representa como θ y su fórmula es:

$$\theta = \left( \frac{Gc * 1}{20} \right)$$

**Cuerda:** Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C” y su fórmula es:

$$C = 2 * R * \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama CUERDA LARGA. Se la representa con las letras “CL” y su fórmula es:

$$CL = 2 * R * \text{sen} \left( \frac{\alpha}{2} \right)$$

**Angulo de la cuerda:** Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva. Su representación es “Ø” y su fórmula para el cálculo es:

$$\Phi = \theta / 2$$

En función del grado de curvatura:

$$\Phi = (Gc * 1) / 40$$

El ángulo para la cuerda larga se calcula con la siguiente fórmula:

$$\Phi = (Gc * Lc) / 40$$

#### **2.4.4.2 DISTANCIA DE VISIBILIDAD**

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad.

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

1. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.

2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

La línea de visibilidad vertical se recomienda adoptar una altura del objeto u obstáculo igual a 15 cm para la medida de distancia de visibilidad, como en el caso de las curvas verticales convexas.

La distancia de visibilidad para parada se mide desde una altura de 1,15 m para el ojo del conductor hasta una altura de 15 cm para el objeto sobre la calzada.

### **1) DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA**

La distancia de visibilidad de parada es la longitud necesaria para detenerse antes de llegar a un objeto fijo, cuando el vehículo marcha a la velocidad de diseño, se determina con la siguiente expresión:

$$DVP = 0.7 V + V^2 / 254 f$$

Donde:

DVP = distancia de visibilidad de parada

V = Velocidad de diseño

f = Fricción longitudinal

Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente de fricción longitudinal (f) no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, tales como la presión del aire de las llantas, tipo de llantas, presencia de humedad y tipo de pavimento, siendo de mayor significación, especialmente para altas

velocidades, el sistema de frenos del vehículo. Esta variación se representa por la siguiente ecuación:

$$f = 1,15 / V_c^3$$

En la siguiente tabla se muestra los valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo expresada en metros para pavimentos mojados.

**VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD  
MÍNIMAS PARA PARADA DE UN VEHICULO  
(Metros)**

Criterio de Diseño: pavimentos Mojados				<u>Valor</u>			<u>Valor</u>			
				<u>Recomendable</u>						
				<u>Absoluto</u>						
<u>Clase de Carretera</u>				<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	
R-I	o R-II	>	8.000	TPDA	220	180	135	180	135	110
1	3.000	a	8.000		180	160	110	160	110	70
II	1.000	a	3.000		160	135	90	135	110	55
III	300	a	1.000		135	110	70	110	70	40
IV	100	a	300		110	70	55	70	35	25
V	Menos	de	100		70	55	40	55	35	25

Cuadro N° 2.3. Distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo.

Fuente: Normas de Diseño geométrico MOP 2003

## 2) DISTANCIA DE VISIBILIDAD REBASAMIENTO.

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar

ocasionalmente rebasamientos múltiples. Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente:

El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.

Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.

El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 kilómetros por hora, mayor a la del vehículo rebasado.

Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Se ha determinado con la siguiente fórmula:

$$DVR = 9.54 \times Vd - 218$$

Donde:

DVR = Distancia de visibilidad de rebasamiento

Vd = Velocidad de diseño

La distancia de visibilidad de rebasamiento no siempre es factible de aplicar en los proyectos viales; no obstante cuando no se puede dar esta facilidad directamente, se debe acondicionar la vía con lugares para que los vehículos con mayor velocidad puedan rebasar a los más lentos.

**VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD  
MINIMAS PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHICULO  
(Metros)**

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1000 TPDA	640	565	415	565	415	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Cuadro N° 2.4. Distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo.

Fuente: Normas de Diseño geométrico MOP 2003

**DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD  
PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHICULO**

V <sub>D</sub> , Km/h	VELOCIDADES DE LOS VEHICULOS, Km/h.		DISTANCIA MINIMA DE REBASAMIENTO, METROS	
	REBASADO	REBASANTE	CALCULADA	RECOMENDADA
25	24	40	----	(80)
30	28	44	----	(110)
35	33	49	----	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830 *
120	94	110	831	830

Cuadro N° 2.5. Distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo.

Fuente: Normas de Diseño geométrico MOP 2003

### 2.4.4.3 ALINEAMIENTO VERTICAL

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

#### a) GRADIENTES

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMAS (Porcentaje)						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R - lo R - II > 8.000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3.000 a 8.000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1.000 a 3.000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1.000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V Menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Cuadro N° 2.6. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas para curvas verticales

Fuente: Normas de Diseño geométrico MOP 2003

La Gradiente y Longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del:	8—10%,	La longitud máxima será de:	1.000 m.
	10—12%,		500 m.
	12—14%,		250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1°, 2° y 3° clase).

### **Gradientes Mínimas.**

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

### **b) CURVAS VERTICALES.**

Las curvas verticales pueden ser de cualquiera de los tipos, cóncavas o convexas. La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Por otro lado, debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hace sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple con su eje vertical centrado en el PIV. Las ordenadas de la parábola a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia

### **Curvas Verticales Convexas.**

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A S^2}{426}$$

En donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

Valores de **K** para las diferentes velocidades de diseño y para las diversas clases de carreteras, respectivamente.

**VALORES MINIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE “K” PARA LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS**

<u>Clase de Carretera</u>					<u>Valor Recomendable</u>			<u>Valor Absoluto</u>		
					<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>
R—Io	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
1	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Cuadro N° 2.7. Valores k para Curvas Verticales Convexas

Fuente: Normas de Diseño geométrico MOP 2003

## CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Cuadro N° 2.8. Valores **k** para Curvas Verticales Convexas

Fuente: Normas de Diseño geométrico MOP 2003

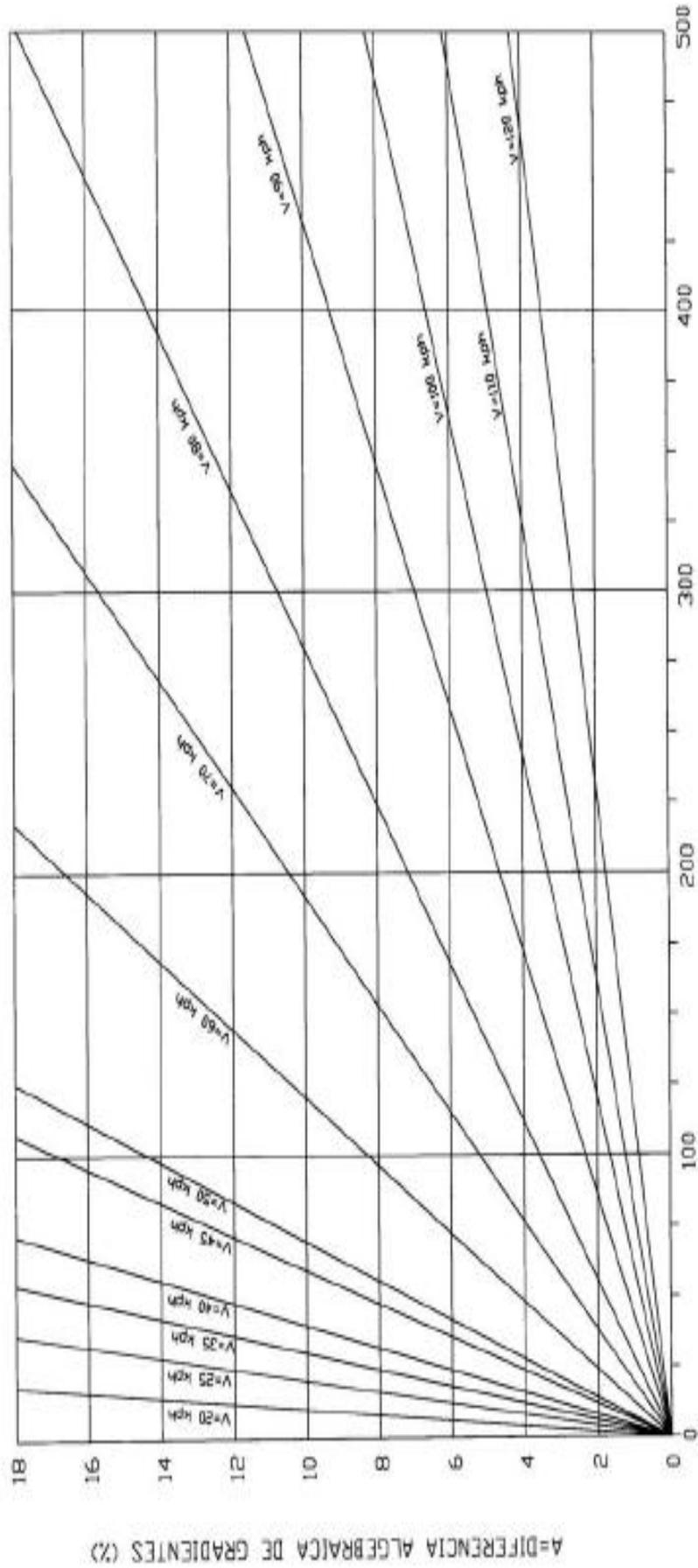
La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{\min} = 0.60 * V$$

En donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

Las diversas longitudes de las curvas verticales convexas que proveen distancias de visibilidad para parada, se indican:

VALORES DE DISEÑO PARA CURVAS VERTICALES CONVEXAS  
CON MINIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD



L=LONGITUD DE CURVA VERTICAL CONVEXA - Mts. FIG. V11.3

Figura N° 2.9. longitudes de las curvas verticales convexas  
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

## Curvas Verticales Cóncavas

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{A S^2}{122 + 3.5 S}$$

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo. La longitud de una curva vertical cóncava es:

$$L = K * A$$

Valores de “K” para las diferentes velocidades de diseño y para las varias clases de carretera, respectivamente.

### CURVAS VERTICALES CONCAVAS MININAS

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/122+3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

**VALORES MINIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE “K’ PARA LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONCAVAS MININAS**

<u>Clase de Carretera</u>					<u>Valor Recomendable</u>			<u>Valor Absoluto</u>		
					<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>
R—Io	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
1	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Cuadro N° 2.10 Valores **k** para Curvas Verticales Cóncavas

Fuente: Normas de Diseño geométrico MOP 2003

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{\min} = 0,60 V$$

En donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

Las diversas longitudes de las curvas verticales cóncavas que proveen distancias de visibilidad para parada, se indican:

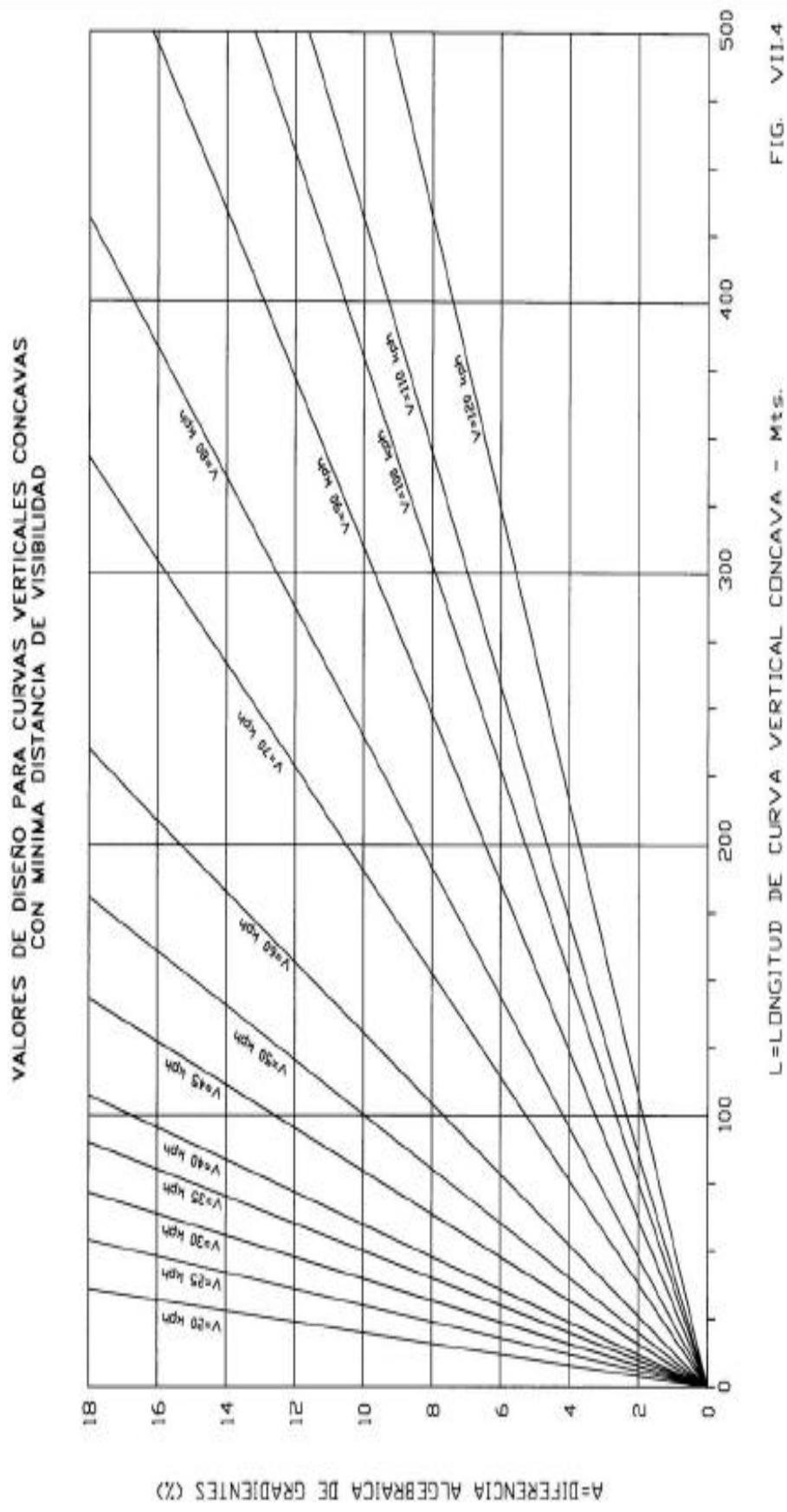


Figura N° 2.11. Longitudes de las curvas verticales cóncavas

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

## Fórmulas para el cálculo de curvas verticales

**Curvas asimétricas.**- Tienen mucha aplicación cuando se trata de ajustar el proyecto vertical a rasantes existentes, o en las rampas de intercambiadores, ya que son mucho más versátiles que las curvas simétricas.

Datos:

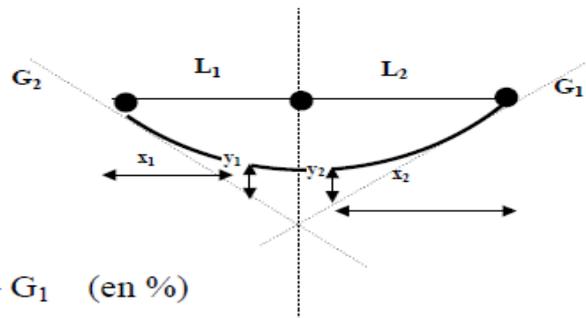
Gradientes de entrada y salida

Abscisa y cota del PIV

Longitud del PCV al PIV ( $L_1$ )

Longitud del PIV al PTV ( $L_2$ )

Para el cálculo de estas curvas se utilizan las siguientes ecuaciones:

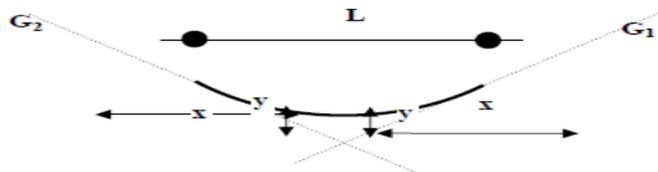


$$A = G_2 - G_1 \quad (\text{en } \%)$$

$$Y_1 = \frac{A}{L_1 + L_2} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{X_1^2}{200}$$

$$Y_2 = \frac{A}{L_1 + L_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{X_2^2}{200}$$

## Curvas simétricas



$$Y = \frac{A}{200L} \times X^2$$

$$H = \frac{AL}{800}$$

## **2.5.- HIPÓTESIS**

El estudio y diseño de una nueva vía es la alternativa para mejorar la infraestructura vial de las colonias Nueva Esperanza y Libertad perteneciente al cantón Santa Clara de la provincia de Pastaza, para obtener una buena calidad de vida de los moradores.

## **2.6.- VARIABLES DE ESTUDIO**

### **2.6.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE**

El estudio y diseño de una nueva vía es la alternativa para mejorar la infraestructura vial de las colonias Nueva Esperanza y Libertad perteneciente al cantón Santa Clara de la provincia de Pastaza.

### **2.6.2.- VARIABLE DEPENDIENTE**

Mejorar la calidad de vida de los moradores de las colonias Nueva Esperanza y Libertad.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1.- MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN**

##### **DE CAMPO**

Los datos a ser procesados en la investigación son tomados de la zona en la cual se presenta el problema, recorrer el lugar e identificar los inconvenientes de todo tipo es fundamental.

##### **DOCUMENTAL-BIBLIOGRÁFICA**

Se consulta información de hechos similares o de las mismas características en diferentes documentos y la base técnica dependiendo del problema a solucionar es encontrada en los diferentes textos.

#### **3.2.- NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para la realización de este estudio y diseño se emplearán los niveles investigativos: descriptivo, explicativo y exploratorio, los cuales serán complementados con los tipos de investigación, bibliografía, de campo y experimental.

La investigación de campo fue realizada in situ, en el mismo lugar de la obra, se verificaron todos los requerimientos de la misma; la bibliográfica, en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de

Ambato y en el Internet; y experimental ya que se realizaron ensayos que nos permitieron verificar o comprobar la calidad del trabajo realizado.

### 3.3.- POBLACIÓN Y MUESTRA

La población que interviene en el presente estudio es de 120 habitantes sin ser constante el número de usuarios que transiten por la vía en mención, ya que el costo de movilización no está acorde a la situación económica de los moradores.

Debido a que la población es conocida para el número de muestra a calcularse se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = N / \{ E^2 * (N-1) + 1 \}$$

$$n = 120 / \{ 0.05^2 * (250 - 1) + 1 \}$$

$$n = 75$$

Con la cual llegamos a obtener que la encuesta se realizará a una muestra de 75 personas.

<b>MUESTRA</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
Población	120	100
Usuarios	75	60

Cuadro N° 3.1 Población y Muestra

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseño Geométrico de la vía

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas
El Diseño Geométrico de la vía	Diseño Horizontal	Trafico	¿Cómo se puede contabilizar el tráfico?	Contajes manuales de tráfico
	Y Diseño Vertical	CBR	¿Qué tipo de análisis se aplicaría para el estudio de CBR?	Estudios de laboratorios

Cuadro N° 3.2 Operacionalización De Variables

#### 3.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad de vida de los habitantes

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas
Mejorar la calidad de vida de los habitantes con un buen sistema vial.	Agricultura y Ganadería	Transportar a los mercados	¿Produce sus fincas en mayor proporción?	Encuestas
	Turismo	Lugares turísticos	¿Es más fácil llegar a los lugares turísticos con la nueva vía?	Encuestas

Cuadro N° 3.3 Operacionalización De Variables

### **3.5 PLAN DE DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION**

La información para el diseño de la vía será por medio de observación directa, visita de campo desde la colonia Libertad hasta colonia Nueva Esperanza.

En el caso estudios topográficos se realizara la faja topográfica, se planto estaciones en un tramo de una vía adyacente que ya existía para determinar el tráfico vehicular.

En el caso de los estudios de suelos se tomaran muestras del material de suelo existente en la zona para verificar el control de CBR, con la granulometría se determinara el material de préstamo importado, el ensayo del CBR permitirá determinar las estructura requerida, el ensayo de densidad de campo (método cono y arena), el estudio de tráfico para el conteo vehicular que es el dato más importante para determinar que tipo de vía se diseñará.

**Técnica:** Formato para recolección de datos en el campo.

**Instrumento:** Cuaderno

### **3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

- Revisión crítica de la información recogida
  
- Tabulación de cuadros según variables de cada hipótesis: Cuadro de una variable
  
- Graficar, representar los resultados mediante gráficos estadísticos
  
- Analizar e interpretar los resultados seleccionándolas con los diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos de la hipótesis.

## CAPÍTULO 4

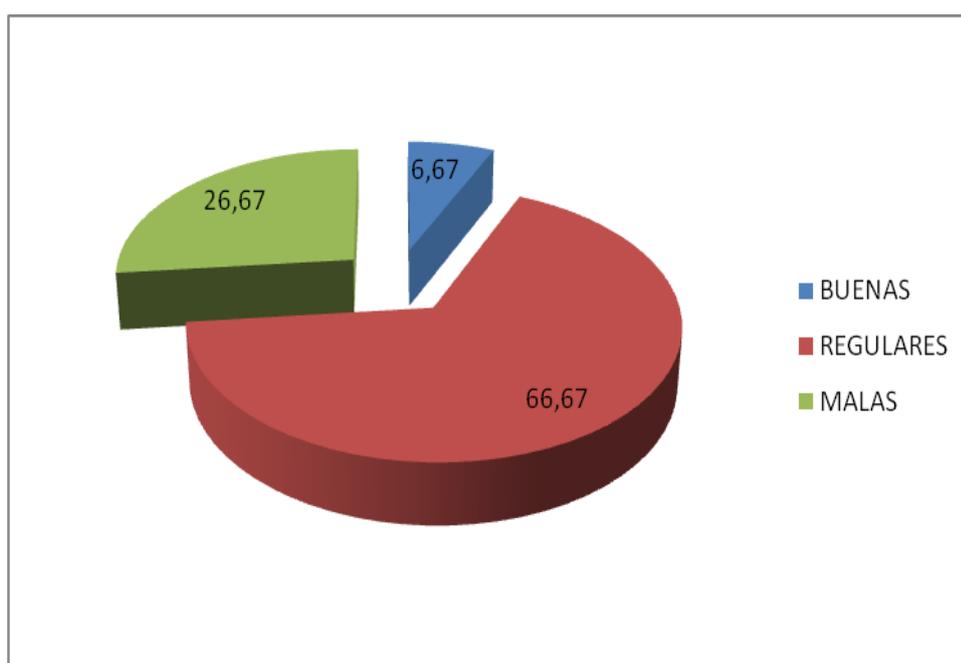
### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE LSO RESULTADOS

##### 4.1.1 PREGUNTA 1.

1.- ¿Actualmente las condiciones de vías de comunicación, entre la colonia Nueva Esperanza – colonia Libertad del cantón Santa Clara son?:

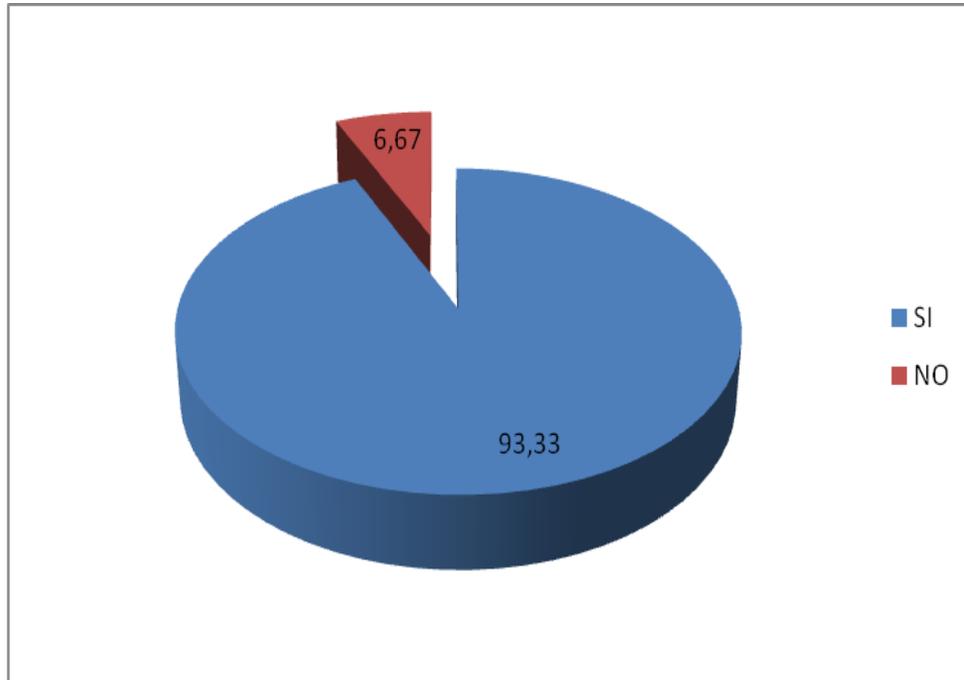
ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE ( % )
BUENAS	5	6.67
REGULARES	50	66.67
MALAS	20	26.67
	<b>75</b>	<b>100</b>



#### 4.1.2 PREGUNTA 2.

2.- ¿Considera usted que es necesario una nueva vía desde del Km. 24 vía Puyo – Tena - colonia Nueva Esperanza – colonia Libertad, cantón Santa Clara?

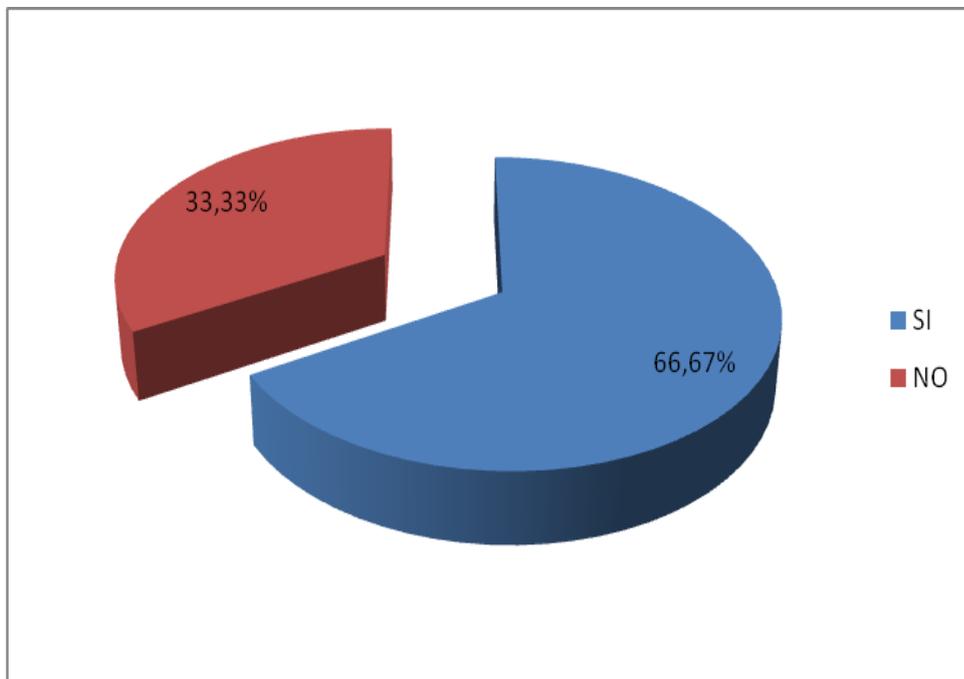
ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE ( % )
SI	70	93.33
NO	5	6.67
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100</b>



### 4.1.3 PREGUNTA 3.

3.- ¿Cree usted que construyendo una nueva vía, mejorará su situación económica?

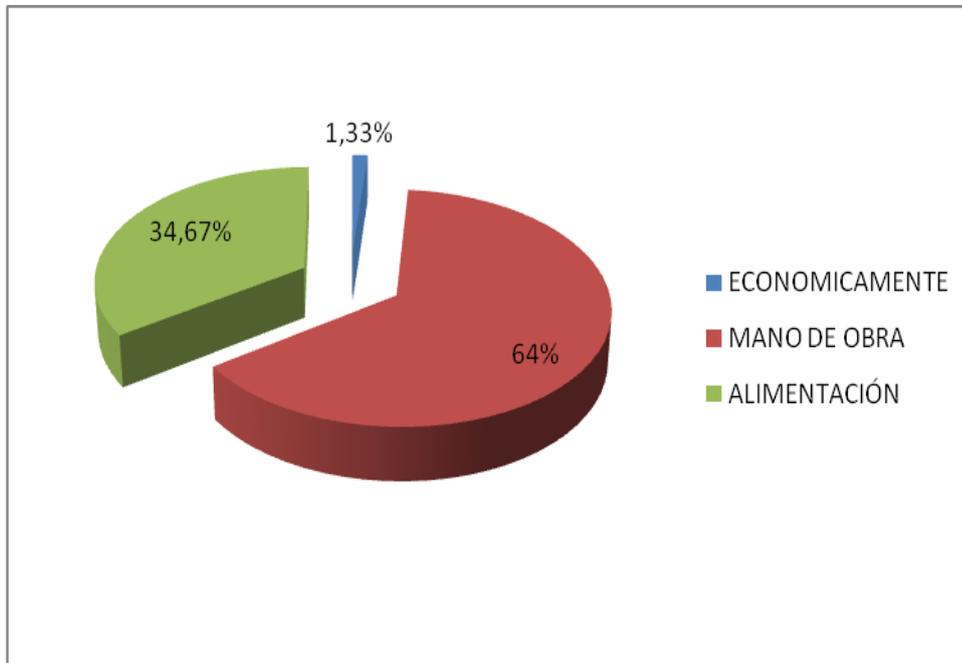
ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE ( % )
SI	50	66.67
NO	25	33.33
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100</b>



#### 4.1.4 PREGUNTA 4.

4.- ¿Cómo contribuirá usted en la ejecución de proyecto?

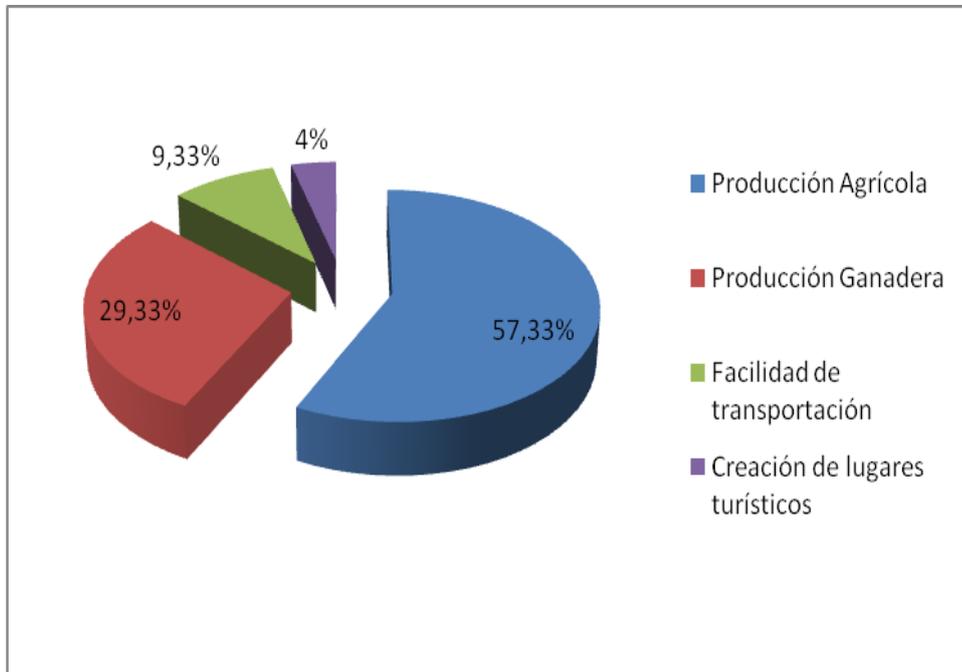
ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE ( % )
ECONOMICAMENTE	1	1.33
MANO DE OBRA	48	64
ALIMENTACIÓN	26	34.67
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100</b>



#### 4.1.5 PREGUNTA 5.

5.- ¿Cuáles cree que serán los beneficios para los habitantes de las colonias Nueva Esperanza y Libertad si se realiza la apertura de la vía?

BENEFICIOS	MUESTRA	PORCENTAJE ( % )
Producción Agrícola	43	57.33
Producción Ganadera	22	29.33
Facilidad de transportación	7	9.33
Creación de lugares turísticos	3	4
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100</b>



## **4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS**

4.2.1 Los resultados de la pregunta N° 1 determina que el 6.67% de la población encuestada cree que las condiciones de vías de comunicación son buenas, el 66.67 % piensa que es regular y el 26.67 % restante a concluido que es mala.

4.2.2 Los resultados de la pregunta N° 2 determina que el 93.33 % de los habitantes encuestados consideran que es necesario una vía nueva, mientras que el 6.67 % piensa que no.

4.2.3 Los resultados de la pregunta N° 3 determina que el 66.67 % piensa que con la construcción de la nueva vía mejorara su situación económica, mientras que el 33.33 % cree que no mejorará.

4.2.4 Los resultados de la pregunta N° 4 determina que el 1.33 % contribuiría económicamente a la construcción de la vía, el 64 % contribuirá con mano de obra y el 34.67 contribuirá con la alimentación.

4.2.5 Los resultados de la pregunta N° 5 determina que el 57.33 % piensan que los beneficios que tendrán con la apertura de la nueva vía será mayor producción agrícola, el 29.33 % dice que será mayor producción ganadera, el 9.33 piensa que tendrán mayor facilidad de transportarse, mientras que el 4 % piensa que su beneficio será la creación de nuevos lugres turísticos.

## **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Realizada la encuesta a los habitantes de las comunidades Nueva Esperanza y Libertad, evaluados los resultados e interpretados los mismos, se establece que los habitantes necesitan de la dotación de la vía para poder producir sus tierras y desarrollarse social y económicamente.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

A partir del proceso de investigación, recopilación de información, análisis y seguimiento se derivan las siguientes conclusiones.

1.- Por el estudio realizado podemos darnos cuenta de la gran importancia que constituye la planificación de nuevas vías, especialmente vías que se encuentran fuera de las zonas urbanas, las mismas que son fuente importante para mejorar la comunicación vial entre comunidades que para este proyecto son la colonia Libertad y colonia Nueva Esperanza con una longitud aproximada de 5.20 Km.

2.- Para hacer efectivo el estudio y construcción de una vía se debe tomar en cuenta varios aspectos: sociales, producción agrícola y ganadera, economía, geográfica, etc., y de manera especial a quienes serán beneficiarios directos.

3.- Los beneficiarios con este proyecto tendrán grandes facilidades de sacar al mercado sus productos tanto agrícolas, ganaderos y madereras ya que esta vía cruza por grandes fincas productoras.

4.- La vía que va ser estudiada y diseñada se encuentra en un terreno ondulado, debido a que las pendientes transversales están dentro del parámetro del 6 % - 12 % y las pendientes longitudinales están entre el 3 % - 6 %, que corresponden a terrenos ondulados.

5.- Por tratarse de un camino de penetración hacia zonas rurales, esta vía tiene características de un camino vecinal, y se ha considerado que el tráfico vehicular que soportará esta carretera luego de su construcción corresponde al de un vehículo tipo H20-44, ya que en toda región se dispone de gran cantidad de madera y productos agrícolas, los cuales serán sacados al mercado precisamente en ese tipo de vehículos.

6.- Los vehículos que circulan con mayor frecuencia por esta vía son los vehículos livianos del total de los vehículos en ambos sentidos, sin reducir la importancia de la circulación de camiones y volquetes ya que esta vía es un anillo vial ya que se une a la vía principal Puyo – Tena en el Km 24.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

1.- Tomando en cuenta las grandes necesidades de comunicación vial que demandan estas comunidades se ha visto importante el estudio y diseño definitivo de una nueva vía que una las dos comunidades, cuyo objetivo principal será su desarrollo.

2.- Para poder tener un excelente diseño geométrico de la vía, los trabajos de exploración de ruta son muy importante ya que ayudará inmensamente para tener características geométricas de la vía que estén regidas bajo las normas del MOP.

3.- En el diseño se priorizarán curvas con grandes radios, evitando los mínimos específicos para la velocidad e diseño y reservándolos para los casos de condiciones críticas. El alineamiento debe ser direccional en lo posible, de acuerdo a la topografía existente en la zona.

4.- Debido a las condiciones climatológicas de zona del Oriente Ecuatoriano, se considerará que el proyecto está en terreno con un régimen de lluvias correspondiente a la zona tropical. Es por esto que los meses mas favorables para

la construcción están correspondientes entre Julio y Febrero, en los cuales se puede efectuar toda clase de obras. En los meses restantes se podría realizar algunos trabajos de infraestructura pero con ciertas limitaciones, debido a las fuertes lluvias características de la región.

5.- Como parámetros importantes de diseño geométrico vertical, la subrasante se la ubicará en lo posible a un nivel más bajo que el suelo natural, con el fin de desalojar la capa superficial que en la mayoría de los casos está constituida de arcilla semiexpansiva.

6.- Las alcantarillas deberán estar totalmente terminadas antes de que entre en servicio la vía, de lo contrario se producirá erosiones que pondrán en peligro la estabilidad de la estructura.

7.- Al encontrarse en servicio esta carretera el tráfico se incrementará notablemente, por cuanto beneficiará una amplia zona cuyo suelo existente es de gran fertilidad.

## **CAPÍTULO 6**

### **PROPUESTA**

#### **ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA NUEVA ESPERANZA – LIBERTAD PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTA CLARA DE LA PROVONCIA DE PASTAZA.**

##### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

Casi el total de la población de las colonias Nueva Esperanza y Libertad son de una economía activa ya que se dedican a la agricultura, ganadería y producción maderera, dimensionando inmensas transferencias de productos hacia los mercados de la ciudad de Puyo, Tena y parroquias aledañas. La vía por donde se va a llevar el trazado cruza por grandes fincas donde predomina la producción de ganado en grandes cantidades y también cultivos tales como limón, lima, yuca, plátano, etc.

Luego de hacer un reconocimiento por donde el consejo provincial de Pastaza va a proyectar la vía, se verifica que el terreno es ondulado; al inicio de la vía tenemos aproximadamente unos dos 1050 m de monte espeso lo que hace difícil el acceso. Avanzando con la posible ruta encontramos un campo abierto aproximadamente de 1100 m ya que dichas fincas son trabajadas para la producción de ganado, esto hace que el recorrido topográfico sea más fácil y rápido; en los tramos restantes existe 1190 m de monte espeso igual al tramo inicial, en el último tramo nos encontramos con 1870 m de camino lastrado con una sección transversal variable ya que la misma no tiene ningún tipo de estudio y diseño.

En el avance de la ruta encontramos solo trochas con empalizadas que cruzan las fincas que se encuentran en pésimo estado, debido a que la circulación de los

pobladores dueños de las fincas con sus animales de carga: caballos, por las mismas, es constante por la producción de las fincas.

Para el diseño de las alcantarillas, disponemos en toda la trayectoria, de dos quebradas, con vertientes de agua que son fuente necesaria para la producción ganadera; en el diseño de alcantarillas para estas quebradas se toma en cuenta que el proyecto se encuentra en una zona muy lluviosa y que debido a esto el afluente de agua por estas quebradas crece considerablemente.

Cabe destacar que por la necesidad urgente de la población, el Gobierno Municipal del Cantón Pastaza y la comunidad respectiva tratan de viabilizar la inquietud mayoritaria, mediante la realización de los estudios y diseño de la vía entre la colonia Nueva Esperanza y la colonia Libertad del cantón Santa Clara de la provincia de Pastaza.

Al evaluar el tramo de vía existente tenemos que:

La vía lastrada empieza desde la cota 3+340 con un ancho de 4.00 m, con una altura de suelo mejorado de 0.70 m; en la abscisa 3+520 encontramos una alcantarilla con diámetro interior de 0.80 m y diámetro exterior de 0.98 m, la misma que es de hormigón y con geometría circular.

Desde la abscisa 3+540 hasta la abscisa 3+660 tiene un ancho de vía de 5.00 m.

Desde la abscisa 3+660 hasta la abscisa 3+780 tiene un ancho de vía de 4.20 m.

Desde la abscisa 3+780 hasta la abscisa 4+340 tiene un ancho de vía de 4.80 m.

Desde la abscisa 4+340 hasta la abscisa 5+210 tiene un ancho de vía de 3.80 m.

En la abscisa 4+940 tenemos una alcantarilla, esta alcantarilla está formada por dos tubos circulares de hormigón armado unidos y tiene un diámetro interior de 1.20 m y diámetro exterior de 1.44m

## Fotografías del tramo de vía existente



Punto de inicio del tramo de vía lastrado.



El ancho de la vía existente en el tramo inicial es de 4.00 m.



Alcantarilla en la abscisa 3+520 de tubo circular de hormigón.



Geometría del tramo de vía existente, aumentado el ancho a 4.80 m.



Alcantarilla circular en la abscisa 4+940 de hormigón armado, el ancho de vía disminuye a 3.80 m.



Punto final de la vía en la abscisa 5+210, en la vía Puyo – Tena Km. 24

### **6.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA**

Las condiciones climáticas de la zona:

Su clima es ecuatorial.

Posee una temperatura entre 18 y 24 ° C, durante todo el año.

Las precipitaciones son variables con mayor presencia de lluvias en los meses comprendidos entre Marzo y Junio; tenemos una precipitación promedio anual que supera los 3.000 mm.

Su humedad oscila entre 87 y 89%.

Bosque húmedo pluvial pre montano.

Su topografía es irregular, el suelo está formado por sedimentos de arcilla y areniscas ligeramente gredoso y de poco drenaje, poco profundos.

Terreno Ondulado Montañoso.

### **6.1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La longitud aproximada del proyecto es de 5.21 Km, la faja topografía tendrá un ancho de 30m. Este camino se encuentra enmarcado entre las cotas 960 y 1008 m de altura sobre el nivel del mar aproximadamente.

### **6.1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto se encuentra ubicado en el cantón Santa Clara perteneciente a la provincia de Pastaza. El inicio del proyecto se encuentra localizado en la colonia Libertad a 10 m de la entrada a la comunidad de Cajabamba en las coordenadas 9°852.164 de latitud norte y 204.290 de latitud este, atraviesa por la colonia Nueva Esperanza y se dirige al punto final que es el Km 24 Vía Puyo – Tena, cuyas coordenadas son: 9°851.380 de latitud norte y 176.922 de longitud este.

- **Plano de Ruta del Proyecto.**

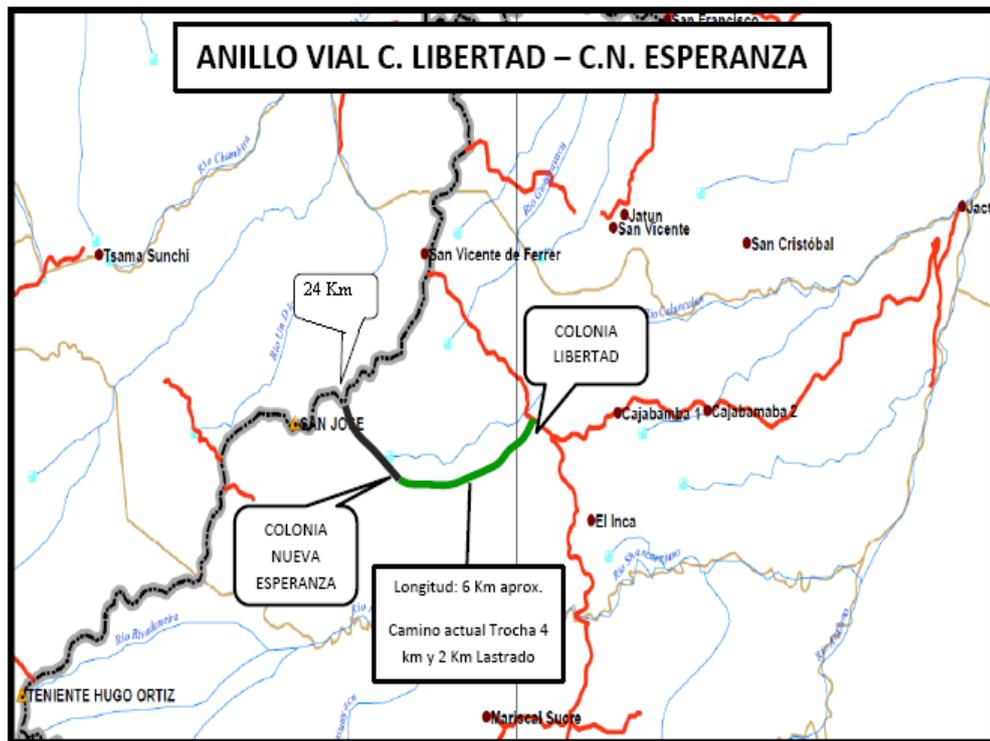


Figura N° 6.1 Ubicación del Proyecto – Mapa del Proyecto

Fuente: Información proporcionada por el Consejo Provincial de Pastaza

### 6.1.5 ASPECTO SOCIOECONÓMICO

#### POBLACIÓN:

La gente que habita en la zona del proyecto en su totalidad son gente campesina rural y en su gran mayoría dedicada a la agricultura y ganadería, con una gran influencia de grupos étnicos indígenas propios del lugar.

Con el reconocimiento de las colonias es importante destacar que la población goza de los servicios básicos como luz y agua, esto refleja que las colonias están en un proceso arduo de desarrollo ya que el Consejo Provincial se ha preocupado en comunicar a los pueblos con nuevas vías de acceso.

Las viviendas existentes que poseen los habitantes de las colonias son de tipo mixto ya que son hechas de hormigón y madera. Las viviendas de madera prevalecen en los interiores de las fincas y las de hormigón en los lugares cercanos a las vías existentes.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la población obtenida en el último censo realizado, está distribuida de la siguiente manera:

DISTRIBUCION DE LA POBLACIÓN DEL CANTON SANTA CLARA, SEGÚN PARROQUIAS.			
PARROQUIAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	3.029	1.617	1.412
SANTA CLARA (URBANO)	1.000	514	486
ÁREA RURAL	2.029	1.103	926
PERIFERIA	2.029	1.103	926

Cuadro N° 6.1 Población Urbana y Rural de Santa Clara  
Fuente: INEC

De las indagaciones realizadas en el sector del proyecto, se estima que el mismo beneficiará alrededor de 150 habitantes entre hombres y mujeres.

## **PRODUCCIÓN Y ECONOMÍA**

La vegetación es densa y alta, existiendo grande cantidad de arboles que sobrepasan los 30 m de altura, siendo los principales: cedro, canelo, guambula, chontacaspi, pechiche, aguano, mamandu, etc.

La zona en estudio es de gran producción agrícola tales como: plátano, yuca, naranjilla y frutas como: limas, limones, guayabas, toronjas.

Las grandes extensiones de superficie que tiene las fincas son ocupadas con grandes cantidades del producto ganadero y una menor cantidad de caballos los mismos que son utilizados para la extracción de productos por las empalizadas existentes.

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

Tomando en cuenta la necesidad de tener una nueva vía, que permita solucionar los múltiples contratiempos por los que debe pasar un agricultor, al tratar de comercializar sus productos se ha tomado la iniciativa de ayudar a estos sectores en lo que se refiere a vías de comunicación, que es un factor primordial para fortalecer el desarrollo socio-económico, cultural y turístico de las comunidades.

Como parte del desarrollo de las Colonias beneficiadas, se requiere la construcción de redes viales internas que permitan a las comunidades y pueblos mantener una comunicación adecuada y fluida, favoreciendo a la economía con un intercambio de productos y servicios entre los pueblos, es por ello que se ha creado nuevos reglamentos y leyes para la construcción de vías, obligando que se presenten los estudios viales e impactos ambientales sobre la zona donde se proyectará la nueva vía, beneficiando a los sectores mas alejados de las grandes ciudades.

## **6.3 JUSTIFICACIÓN**

Considerando el crecimiento poblacional y su desarrollo; en los últimos años sea visto el incremento de implantación de microindustrias avícolas, florícolas, vinícolas y de servicios turísticos, lo que vuelve indispensable y urgente la necesidad de contar con un buen sistema vial, a fin de que puedan desarrollarse normalmente las actividades socio productivas.

Esta vía permitirá la comercialización de productos agrícolas con su rápida transportación, con la construcción de esta nueva vía los pobladores de las comunidades favorecidas tendrán la facilidad de producir sus fincas en mayor proporción.

La comunidad Libertad y la comunidad Nueva Esperanza al ver la falta de producción en sus fincas, debido a que al ser las fincas de grandes dimensiones no se les hace fácil tener activas esas tierras ya que en el momento de trasportar sus productos, el problema principal es la trasladar sus productos para ser comercializados ya que tienen que caminar solo por una empalizada a una distancia muy grande.

De ahí que nace la necesidad de construir esta nueva vía, en convenio con el Consejo Provincial de Pastaza y la Comunidades beneficiadas.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el diseño vial entre la colonia Nueva Esperanza y colonia Libertad, perteneciente al cantón Santa Clara de la provincia de Pastaza.

### **6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las condiciones actuales de la zona por donde va ser proyectada la vía, haciendo una inspección de campo.
- Realizar los trabajos de campo tales como; apertura de la trocha, levantamiento de la faja topografía y los estudios de suelos.

- Ejecutar un conteo de tráfico para determinar el tráfico actual y futuro que tendrá la vía.
- Evaluar los parámetros de diseño geométrico aplicables a una vía tipo IV, que se obtiene en base al tráfico proyectado.
- Efectuar el diseño horizontal y vertical de la vía.
- Obtener el presupuesto definitivo con la elaboración de los precios unitarios.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

La aplicación de la propuesta es factible ya que la población de las comunidades tendrá la gran facilidad de producir sus fincas en mayor parte, su producción agrícola y ganadera aumentaría aprovechando la existencia de una nueva vía, ofreciendo seguridad, comodidad, economía, realizando un buen diseño según especificaciones técnicas.

Al tener un convenio con el Consejo Provincial de Pastaza el proyecto se hará realidad para las comunidades, ya que dicha institución realizará la construcción de la vía, y los moradores están comprometidos en ayudar en la ejecución de la misma.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 ALTERNATIVAS, SELECCIÓN DE RUTAS**

Los estudios para escoger la ruta más conveniente lo realizamos utilizando mapas preparados por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) levantados con

anterioridad; además desde el punto de vista topográfico exclusivamente, los estudios adelantamos teniendo en cuenta dos limitaciones: las pendientes máximas y mínimas permisibles y el paso por los puntos obligados que son puntos impuestos por la destinación del proyecto y también por las condiciones mismas del terreno.

### **6.6.2 RECONOCIMIENTOS**

Una vez que se han establecido las posibles alternativas de rutas consideradas en las cartas topográficas, se procederá al trabajo de campo propiamente dicho con la realización de reconocimientos del terreno de la zona del proyecto. Este reconocimiento para este proyecto se lo realizó terrestres.

La elección de la ruta estudiamos a partir de la comunidad la Libertad, pasa por la comunidad Nueva Esperanza y llega al Km. 24 de la vía Puyo-Tena; partiendo a pie en brigada de exploración de ruta en compañía del señor Ingeniero Carlos Valdivieso coordinador de la unidad vial y responsable del proyecto del Consejo Provincial de Pastaza, con ayuda de un morador de la comunidad como guía; de esta manera procedimos a escoger el sitio mas favorable tanto en el terreno como en lo socio-económico, tomando en cuenta el factor determinante en todo el reconocimiento en terrenos ondulados o escarpados que es la pendiente longitudinal.

Los factores predominantes para la selección de ruta fueron:

La parte topográfica, geotécnica que son compatibles con los beneficios económicos-sociales; pero los factores más decisivos son pendientes suaves, curvas con un radio aceptable, una compensación racional de corte y relleno.

Luego de realizar dos recorridos por dos rutas diferentes y tomando en cuenta las condiciones antes mencionadas anteriormente llegamos a la selección de ruta para nuestro estudio y cuya ruta tiene en el punto inicial un rumbo de S 13° 14' 49'' W tomado con GPS.

Además no descuidamos el aspecto mecánico del suelo, es decir el terreno mismo para encontrar la ruta definitiva pues tratamos de evitar en lo posible suelos muy flojos y zonas sujetas a constantes inundaciones debido a las lluvias que se producen el sector, principalmente evitamos zonas con vertientes de agua debido a que el sector donde esta ubicado la vía en estudio es bastante húmedo.

### **6.6.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

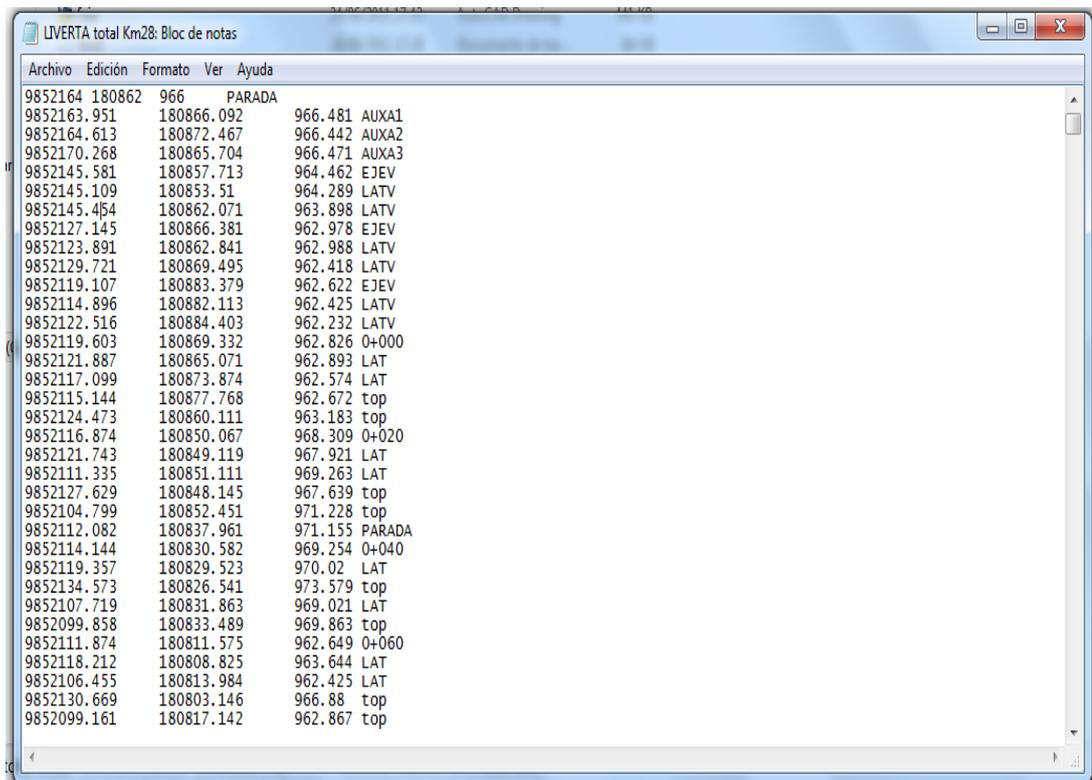
El levantamiento topográfico que se realizó para la nueva vía comprende las siguientes actividades:

\

1. El levantamiento topográfico se realizó con estación total, en su estado actual, con un ancho de faja de 15 m a cada lado del eje de la vía como promedio y en sitios donde el terreno presentaba inconvenientes por la altura de los taludes y pendientes muy pronunciadas se levantó a 10 m de faja. Se tomó además detalles de quebradas, pasos de agua, vías de acceso, etc.
2. La alineación se hizo referida a dos puntos al A y B, al ubicar la estación total sobre el punto A, se tomó las coordenadas con GPS cuyo elipsoide referencial fue WGS 84, para luego visar al punto B. Luego cambiar la estación a este punto para visar al punto A, las coordenadas visadas deben ser muy similares a las ingresadas inicialmente para asimilar que la alineación está bien.
3. Los dos puntos principales están perfectamente referenciados por dos estacas a distancias determinadas, e iniciar así con el polígono principal.
4. Seguido de esto se procede a visar la mayor cantidad de puntos, hasta que la topografía permita visualizar los detalles.

5. Al momento que ya no se pueda visualizar más, se procede hacer un cambio de estación clon sus respectivas referencias para continuar con el levantamiento.

Para el procesamiento de la información recopilada se utilizó el programa AUTO CIVIL CAD, en el que se utilizan los datos de coordenadas y cotas, transferidos desde la estación total. La siguiente tabla muestra una parte de los datos obtenidos mediante el uso de la misma.



Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
9852164	180862	966	PARADA	
9852163.951	180866.092	966.481	AUXA1	
9852164.613	180872.467	966.442	AUXA2	
9852170.268	180865.704	966.471	AUXA3	
9852145.581	180857.713	964.462	EJEV	
9852145.109	180853.51	964.289	LATV	
9852145.454	180862.071	963.898	LATV	
9852127.145	180866.381	962.978	EJEV	
9852123.891	180862.841	962.988	LATV	
9852129.721	180869.495	962.418	LATV	
9852119.107	180883.379	962.622	EJEV	
9852114.896	180882.113	962.425	LATV	
9852122.516	180884.403	962.232	LATV	
9852119.603	180869.332	962.826	0+000	
9852121.887	180865.071	962.893	LAT	
9852117.099	180873.874	962.574	LAT	
9852115.144	180877.768	962.672	top	
9852124.473	180860.111	963.183	top	
9852116.874	180850.067	968.309	0+020	
9852121.743	180849.119	967.921	LAT	
9852111.335	180851.111	969.263	LAT	
9852127.629	180848.145	967.639	top	
9852104.799	180852.451	971.228	top	
9852112.082	180837.961	971.155	PARADA	
9852114.144	180830.582	969.254	0+040	
9852119.357	180829.523	970.02	LAT	
9852134.573	180826.541	973.579	top	
9852107.719	180831.863	969.021	LAT	
9852099.858	180833.489	969.863	top	
9852111.874	180811.575	962.649	0+060	
9852118.212	180808.825	963.644	LAT	
9852106.455	180813.984	962.425	LAT	
9852130.669	180803.146	966.88	top	
9852099.161	180817.142	962.867	top	

Cuadro N° 6.2 Datos del Levantamiento Topográfico

Una vez obtenida la faja topográfica del proyecto se procede a la realización del diseño, la misma que comprende las siguientes fases:

- Tráfico
- Proyecto Horizontal
- Proyecto Vertical

#### **6.6.4 TRÁFICO**

Para el diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

Cuando se calcula como promedio, de un conteo de una duración mayor de un día, se lo denomina tráfico promedio diario (T.P.D.) y al total de vehículos que circulan en un año dividido para 365 días, se denomina tráfico promedio diario anual (T.P.D.A).

#### **TRÁFICO FUTURO**

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto.

Para el cálculo del tráfico futuro:

$$\mathbf{Tf = Ta ( 1 + i ) ^ n}$$

Donde:

Tf = Tráfico futuro.

Ta = Tráfico Actual.

i = Tasa de crecimiento (7% anual M.O.P)

n = Periodo de proyección expresado en años (20 años).

## AFORO DE TRÁFICO

Para el conteo de vehículos se coloca una estación en la vía existente que une la Colonia Libertad con la Parroquia 10 de Agosto del Cantón Puyo.

TIPO DE VEHÍCULO		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	TRÁFICO ACTUAL
LIVIANOS		37	32	38	40	45	39
PESADOS	BUSES	1	-	2	1	1	1
	CAMIONES	10	15	8	12	16	13
	TRAILERS	2	1	2	1	2	2
							$\Sigma = 55$

Cuadro N° 6.2 Aforo de Tráfico

Una vez obtenido el número de vehículos de diseño, la tasa de incremento vehicular promedio (i) del 7% y un período de proyecto (n) de 20 años, procedemos a calcular el T.P.D.A.:

Tráfico Actual = 55 vehículos

Tráfico Proyectado (Tf):

$$Tf = Ta (1+i)^n$$

$$Tf = 55 (1+0.07)^{20}$$

Tf = 213 vehículos de TPDA

## CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS DE ACUERDO AL TRÁFICO

Para el diseño de carreteras en el país, se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un período de 15 ó 20 años que se muestra en el Cuadro.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R – I o R – II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
<b>IV</b>	<b>De 100 a 300</b>
V	Menos de 100
El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.	

Cuadro N° 6.3 Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

Con el resultado del TPDA de 213, podemos clasificar a la vía de clase IV, ya que el tráfico proyectado se encuentra en el rango de 100 a 300.

Según las Normas del Ministerio de Obras Públicas (MOP), tenemos las recomendaciones que se tomaron para el diseño de la vía de clase IV:

Velocidad de diseño: 35 Km / h

Radio mínimo de curvas horizontales: 30 m

Distancia de visibilidad para parada: 35 m

Distancia de visibilidad para rebasamiento: 130 m

Peralte: 8 % para  $V < 50$  Km/h

Coefficiente “K” para:

Curvas verticales convexas: 3 m

Curvas verticales cóncavas: 5 m

Gradiente longitudinal máxima: 8 %

Gradiente longitudinal mínima: 0.5%

Ancho de pavimento: 6.00 m

Clase de pavimento: D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado

Ancho de espaldones estables (%): 0.6 (C.V. Tipo 6 y 7)

Gradiente transversal para pavimentos (%): 2.5 (C.V. Tipo 6 y 7); 4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E).

Gradiente transversal para espaldones (%): 4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E)

### **6.6.5 VELOCIDAD DE DISEÑO**

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor

cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto. La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.

VELOCIDAD DE DISEÑO						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R - lo R - II > 8.000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I 3.000 a 8.000 TPDA	110	100	80	100	80	80
II 1.000 a 3.000 TPDA	100	90	70	90	80	50
III 300 a 1.000 TPDA	90	80	60	80	60	<b>40</b>
IV 100 a 300 TPDA	80	60	50	60	35	25
V Menos de 100 TPDA	80	50	40	50	35	25

Cuadro N° 6.4 Velocidades de Diseño  
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

Para nuestro caso es una carretera de cuarto orden y estamos en terreno ondulado montañoso suave, por tanto nuestra velocidad de diseño será:

$$V_d = 35 \text{ Km/h}$$

### 6.6.6 RELACIÓN CON LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

La velocidad de circulación de los vehículos en un camino, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito.

Esta velocidad de circulación se la puede calcular en base a la velocidad de diseño, de acuerdo a la siguiente formula, siempre y cuando tengamos volúmenes de tráfico bajo, menos que 1.000 como es el caso nuestro.

$$V_c = 0.8 V_d - 6.5$$

En donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación

$V_d$  = Velocidad de diseño

Calculo de la velocidad de circulación.

Datos:

$V_d = 35 \text{ Km/h}$

$$V_c = 0.8 V_d - 6.5$$

$$V_c = 0.8 * 35 - 6.5$$

La velocidad de circulación promedio para nuestro caso será:

$$V_c = 37 \text{ Km/h}$$

En el cuadro siguiente anotaremos los valores de las velocidades de circulación correspondientes a cada valor de la velocidad de diseño.

Velocidad De Diseño en Km /h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN KM / h		
	Volumen de Tránsito bajo	Volumen de Tránsito Intermedio	Volumen de Tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Cuadro N° 6.5 Relación Con La Velocidad De Circulación

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

### 6.6.7 DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Se tiene dos tipos de distancia de visibilidad:

Distancia de visibilidad de parada.

Distancia de visibilidad de rebasamiento

#### **6.6.7.1 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.**

La distancia de visibilidad de parada es la longitud necesaria para detenerse antes de llegar a un objeto fijo, cuando el vehículo marcha a la velocidad de diseño, se determina con la siguiente expresión:

$$DVP = 0.7 V + V^2 / 254 f$$

Donde:

DVP = Distancia de Visibilidad de Parada

V = Velocidad de diseño

f = Fricción Longitudinal

$$f = 1.15 / V^{0.3} = 1.15 / 35^{0.3} = 0.40$$

$$DVP = 0.7 \times 35 + 35^2 / 254 \times 0.40$$

$$DVP = 36.56 \text{ m}$$

La distancia de visibilidad de parada es de 35 m según normas del MOP, razón por la que se tomara este valor como el adecuado y la distancia de 36.56 m sirvió para verificar dicho dato.

#### **6.6.7.2 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASAMIENTO.**

Se ha determinado con la siguiente formula:

$$DVR = 9.54 * Vd - 218$$

Donde:

DVR = Distancia de Visibilidad de rebasamiento

Vd = Velocidad de Diseño

$$DVR = 9.54 \times Vd - 218$$

$$DVR = 9.54 \times 35 - 218$$

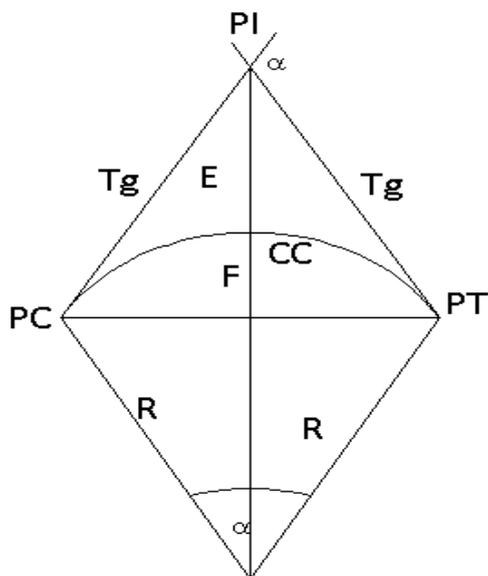
$$DVR = 115.90 \text{ m}$$

La distancia de visibilidad de rebasamiento es de 130 m según normas de MOP, razón por la cual se tomara este valor como el adecuado.

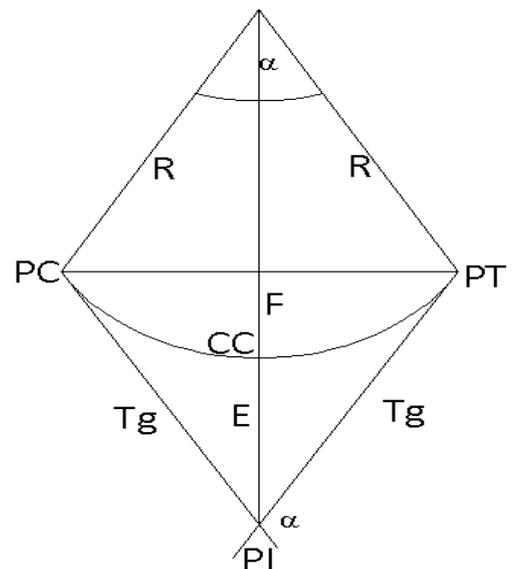
### 6.6.8. GRÁFICOS DE CURVAS TIPO HORIZONTAL Y VERTICAL

#### CURVAS HORIZONTALES

Curva Derecha

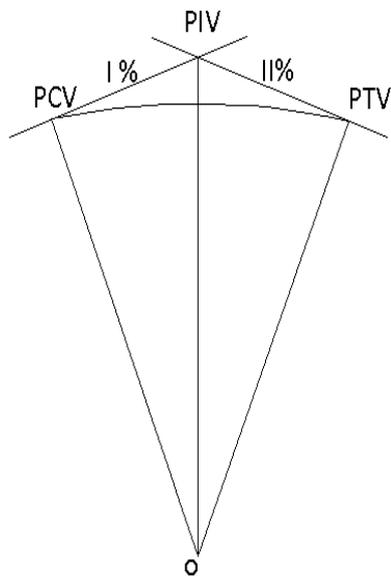


Curva Izquierda

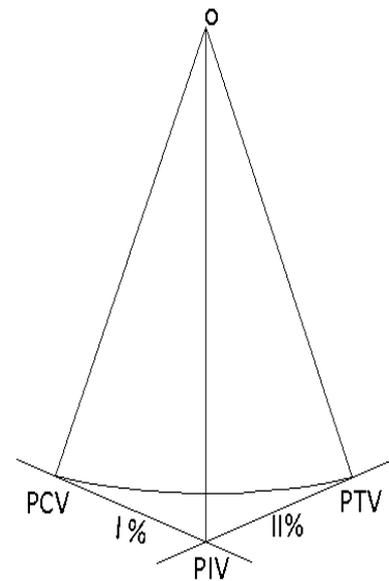


## CURVAS VERTICALES

Curva Convexa



Curva Cóncava



### 6.6.9 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

#### 6.6.9.1 CURVAS HORIZONTALES

Las curvas horizontales son las que se emplean en vías de comunicación para cambiar de una dirección a otra uniendo los tramos rectos, que son las tangentes.

La facilidad para que los vehículos pueden evitar accidentes, dicho cambio de dirección es una de las condiciones más influyentes en el trazado de las curvas horizontales

Todo ello impone:

Que las curvas tengan un radio mínimo para circular a velocidades normales con seguridad y, el peralte conveniente para contrarrestar la fuerza centrífuga.

Que el paso del vehículo de la recta a la curva se haga en forma progresiva para evitar la presencia brusca de la fuerza centrífuga.

Que la zona de la curva tenga un sobre ancho tal, que permita circular dentro de ella sin ocupar la vía adyacente.

### **6.6.9.2 RADIO MINIMO DE CURVATURA**

El radio mínimo de curvatura horizontal es un valor límite para una velocidad de diseño dada y se lo determina en base al máximo peralte admisible y al coeficiente de fricción lateral. El empleo de curvas con radios menores al mínimo establecido exigirán peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación del vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento.

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse directamente por la fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127 (e + f)}$$

En donde:

R = radio mínimo

V = velocidad de diseño

e = Peralte máximo admisible = 10%

f = coeficiente de fricción

Utilizando valores máximos de e y f se ha determinado los radios mínimos que se indican en el siguiente cuadro y que dentro de la cual esta el valor de radio mínimo de curvatura que se utilizó para nuestro diseño y que corresponde a la Vd = 35 Km /h que es la de la carretera de cuarta clase.

<b>RADIOS MINIMOS DE CURVATURA EN FUNCION DEL PERALTE “e” Y DEL COEFICIENTE DE FRICCION LATERAL “ f ”</b>					
VELOCIDAD DE DISEÑO Km / h	“ f “ MAXIMO	RADIO MINIMO RECOMENMDADO			
		e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04
20	0.350		18	20	20
25	0.315		20	25	25
30	0.284		25	30	30
35	0.255		30	35	35
40	0.221		42	45	50
45	0.200		68	60	85
50	0.190		75	80	90
60	0.185	110	120	130	140
70	0.160	100	170	185	205
80	0.140	210	230	255	280
90	0.134	225	300	330	310
100	0.130	350	375	415	400
110	0.124	430	470	620	555
120	0.120	520	570	630	710

Cuadro N° 6.6 Relación Con La Velocidad De Circulación

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

### 6.6.9.3 ELEMENTOS DE LAS CURVAS HORIZONTALES

- PI** Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- PC** Punto en donde empieza la curva simple
- PT** Punto en donde termina la curva simple

- $\alpha$  Angulo de deflexión de las tangentes
- $\Delta c$  Angulo central de la curva circular
- $\theta$  Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular
- $R_c$  Radio mínimo adoptado de la curva  $R_{min.} = 30m$**
- T** Tangente de la curva circular o subtangente
- E** External
- F** Flecha
- C** Cuerda
- $l_e$  Longitud de la curva circular

**Angulo central:** Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “ $\alpha$ ” (alfa). En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

<b>PROYECTO HORIZONTAL</b>	
<b><i>CURVAS</i></b>	<b><i>Alfa ( <math>\alpha</math> )</i></b>
C1	18° 12' 59.55''
C2	40° 38' 56.86''
C3	41° 22' 58.85''
C4	55° 17' 11.44''
C5	23° 24' 16.13''
C6	11° 58' 42.68''
C7	28° 23' 42.01"
C8	49° 49' 52.29"
C9	77° 34' 44.33"
C10	50° 25' 12.19"
C11	28° 19' 47.35"
C12	41° 51' 1.48"
C13	53° 17' 6.47"
C14	41° 00' 7.33"
C15	36° 1' 2.38"
C16	55° 57' 22.63"
C17	63° 34' 5.60"
C18	69° 34' 41.59"
C19	30° 00' 2.37"
C20	79° 40' 47.17"
C21	46° 53' 17.78"

C22	47°22'39.25"
C23	57°20'20.66"
C24	43°43'14.00"
C25	75°38'23.00"
C26	21°42'27.41"
C27	32°14'51.09"
C28	76°38'36.37"
C29	52°42'59.30"
C30	76°38'36.37"
C31	52°42'59.30"

Cuadro N° 6.7 Angulo de deflexión de las tangentes

**Longitud de la curva:** Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se lo representa como  $l_c$  y su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$L_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

$$L_c = \frac{\pi * (127.32m) * 18^\circ 12' 59.55''}{180}$$

$$L_{c1} = 40.48 \text{ m}$$

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado.

**Tangente de curva o subtangente:** Es la distancia entre el PI y el PC ó entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “T” y su fórmula de cálculo es:

$$T = R * \text{tang}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$T1 = (127.32 \text{ m}) * \tan(18^\circ 12' 59.55'' / 2)$$

$$T1 = 20.41 \text{ m}$$

**External:** Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “E” y su fórmula es:

$$E = R * \left\{ \sec \left( \frac{\alpha}{2} \right) - 1 \right\}$$

$$E1 = (127.32 \text{ m}) * \left\{ \sec (18^{\circ}12'59.55'' / 2) - 1 \right\}$$

$$E1 = 1.63 \text{ m}$$

**Flecha:** Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M” y su fórmula de cálculo es:

$$M = R - R * \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M1 = (127.32 \text{ m}) - (127.32 \text{ m} * \cos (18^{\circ}12'59.55'' / 2))$$

$$M1 = 1.61 \text{ m}$$

**Cuerda:** Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C” y su fórmula es:

$$CL = 2 * R * \sin \left( \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$CL1 = 2 * 127.32 \text{ m} * \sin (18^{\circ}12'59.55'' / 2)$$

$$CL1 = 40.31 \text{ m}$$

#### 6.6.9.4 RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DE LA CURVAS HORIZONTALES

1.- Curva Horizontal N° 1 Derecha

$$R = 127.32 \text{ m}$$

$$\Delta = 18^{\circ}12'59.55''$$

$$Lc = 40.48 \text{ m}$$

$$C = 40.31 \text{ m}$$

$$T = 20.41 \text{ m}$$

$$E = 1.63 \text{ m}$$

$$F = 1.61 \text{ m}$$

2.- Curva Horizontal N° 2 Izquierda

$$R = 89.29 \text{ m}$$

$$\Delta = 40^{\circ} 38' 56.86''$$

$$Lc = 63.35 \text{ m}$$

$$C = 62.03 \text{ m,}$$

$$T = 33.07 \text{ m}$$

$$E = 5.93 \text{ m}$$

$$F = 5.56 \text{ m}$$

3.- Curva Horizontal N° 3 Derecha

$$R = 60.05 \text{ m}$$

$$\Delta = 41^{\circ} 22' 58.85''$$

$$Lc = 43.37 \text{ m}$$

$$C = 42.43 \text{ m,}$$

$$T = 22.68 \text{ m}$$

$$E = 4.14 \text{ m}$$

$$F = 3.87 \text{ m}$$

4.- Curva Horizontal N° 4 Izquierda

$$R = 38.20 \text{ m}$$

$$\Delta = 55^\circ 17' 11.44''$$

$$L_c = 36.86 \text{ m}$$

$$C = 35.44 \text{ m,}$$

$$T = 20.01 \text{ m}$$

$$E = 4.92 \text{ m}$$

$$F = 4.36 \text{ m}$$

5.- Curva Horizontal N° 5 Derecha

$$R = 79.03 \text{ m}$$

$$\Delta = 23^\circ 24' 16.13''$$

$$L_c = 32.28 \text{ m}$$

$$C = 32.06 \text{ m,}$$

$$T = 16.37 \text{ m}$$

$$E = 1.68 \text{ m}$$

$$F = 1.64 \text{ m}$$

6.- Curva Horizontal N° 6 Derecha

$$R = 254.65 \text{ m}$$

$$\Delta = 11^\circ 58' 42.68''$$

$$L_c = 53.24 \text{ m}$$

$$C = 53.14 \text{ m,}$$

$$T = 26.72 \text{ m}$$

$$E = 1.40 \text{ m}$$

$$F = 1.39 \text{ m}$$

7.- Curva Horizontal N° 7 Izquierda

$$R = 70.16 \text{ m}$$

$$\Delta = 28^\circ 23' 42.01''$$

$$L_c = 34.77 \text{ m}$$

$$C = 34.42 \text{ m,}$$

$$T = 17.75 \text{ m}$$

$$E = 2.21 \text{ m}$$

$$F = 2.14 \text{ m}$$

8.- Curva Horizontal N° 8 Derecha

$$R = 39.86 \text{ m}$$

$$\Delta = 49^\circ 49' 52.29''$$

$$L_c = 34.67 \text{ m}$$

$$C = 33.58 \text{ m,}$$

$$T = 18.52 \text{ m}$$

$$E = 4.09 \text{ m}$$

$$F = 3.71 \text{ m}$$

9.- Curva Horizontal N° 9 Izquierda

$$R = 38.20 \text{ m}$$

$$\Delta = 77^\circ 34' 44.33''$$

$$L_c = 51.72 \text{ m}$$

$$C = 47.86 \text{ m}$$

$$T = 30.70 \text{ m}$$

$$E = 10.81 \text{ m}$$

$$F = 8.42 \text{ m}$$

10.- Curva Horizontal N° 10 Derecha

$$R = 39.86 \text{ m}$$

$$\Delta = 50^\circ 25' 12.19''$$

$$L_c = 35.08 \text{ m}$$

$$C = 33.95 \text{ m,}$$

$$T = 18.76 \text{ m}$$

$$E = 4.20 \text{ m}$$

$$F = 3.80 \text{ m}$$

11.- Curva Horizontal N° 11 Izquierda

$$R = 110.01 \text{ m}$$

$$\Delta = 28^\circ 19' 47.35''$$

$$L_c = 54.39 \text{ m}$$

$$C = 53.84 \text{ m}$$

$$T = 27.77 \text{ m}$$

$$E = 3.45 \text{ m}$$

$$F = 3.34 \text{ m}$$

12.- Curva Horizontal N° 12 Derecha

$$R = 62.50 \text{ m}$$

$$\Delta = 41^\circ 51' 1.48''$$

$$L_c = 45.66 \text{ m}$$

$$C = 44.65 \text{ m,}$$

$$T = 23.90 \text{ m}$$

$$E = 4.41 \text{ m}$$

$$F = 4.12 \text{ m}$$

13.- Curva Horizontal N° 13 Izquierda

$$R = 64.56 \text{ m}$$

$$\Delta = 53^\circ 17' 6.47''$$

$$L_c = 60.04 \text{ m}$$

$$C = 57.89 \text{ m,}$$

$$T = 32.39 \text{ m}$$

$$E = 7.67 \text{ m}$$

$$F = 6.85 \text{ m}$$

14.- Curva Horizontal N° 14 Derecha

$$R = 70.16 \text{ m}$$

$$\Delta = 41^\circ 00' 7.33''$$

$$L_c = 50.21 \text{ m}$$

$$C = 49.14 \text{ m}$$

$$T = 26.23 \text{ m}$$

$$E = 4.74 \text{ m}$$

$$F = 4.44 \text{ m}$$

15.- Curva Horizontal N° 15 Izquierda

$$R = 70.16 \text{ m}$$

$$\Delta = 36^\circ 1' 2.38''$$

$$L_c = 44.10 \text{ m}$$

$$C = 43.38 \text{ m,}$$

$$T = 22.81 \text{ m}$$

$$E = 3.61 \text{ m}$$

$$F = 3.44 \text{ m}$$

16.- Curva Horizontal N° 16 Izquierda

$$R = 73.93 \text{ m}$$

$$\Delta = 55^\circ 57' 22.63''$$

$$L_c = 72.20 \text{ m}$$

$$C = 69.37 \text{ m,}$$

$$T = 39.27 \text{ m}$$

$$E = 9.78 \text{ m}$$

$$F = 8.64 \text{ m}$$

17.- Curva Horizontal N° 17 Derecha

$$R = 48.42 \text{ m}$$

$$\Delta = 63^\circ 34' 5.60''$$

$$L_c = 53.72 \text{ m}$$

$$C = 51.00 \text{ m}$$

$$T = 30.00 \text{ m}$$

$$E = 8.54 \text{ m}$$

$$F = 7.26 \text{ m}$$

18.- Curva Horizontal N° 18 Izquierda

$$R = 48.42 \text{ m}$$

$$\Delta = 69^\circ 34' 41.59''$$

$$L_c = 58.80 \text{ m}$$

$$C = 55.25 \text{ m}$$

$$T = 33.64 \text{ m}$$

$$E = 10.54 \text{ m}$$

$$F = 8.65 \text{ m}$$

19.- Curva Horizontal N° 19 Izquierda

$$R = 95.49 \text{ m}$$

$$\Delta = 30^\circ 00' 2.37''$$

$$L_c = 50.00 \text{ m}$$

$$C = 49.43 \text{ m}$$

$$T = 25.59 \text{ m}$$

$$E = 3.37 \text{ m}$$

$$F = 3.25 \text{ m}$$

20.- Curva Horizontal N° 20 Derecha

$$R = 73.93 \text{ m}$$

$$\Delta = 79^\circ 40' 47.17''$$

$$L_c = 102.81 \text{ m}$$

$$C = 94.73 \text{ m}$$

$$T = 61.68 \text{ m}$$

$$E = 22.35 \text{ m}$$

$$F = 17.16 \text{ m}$$

21.- Curva Horizontal N° 21 Izquierda

$$R = 114.59 \text{ m}$$

$$\Delta = 46^\circ 53' 17.78''$$

$$L_c = 93.78 \text{ m}$$

$$C = 91.18 \text{ m}$$

$$T = 49.69 \text{ m}$$

$$E = 10.31 \text{ m}$$

$$F = 9.46 \text{ m}$$

22.- Curva Horizontal N° 22 Izquierda

$$R = 56.82 \text{ m}$$

$$\Delta = 47^\circ 22' 39.25''$$

$$L_c = 46.99 \text{ m}$$

$$C = 45.66 \text{ m}$$

$$T = 24.93 \text{ m}$$

$$E = 5.23 \text{ m}$$

$$F = 4.79 \text{ m}$$

23.- Curva Horizontal N° 23 Derecha

$$R = 56.82 \text{ m}$$

$$\Delta = 57^\circ 8' 20.66''$$

$$L_c = 56.67 \text{ m}$$

$$C = 54.35 \text{ m}$$

$$T = 30.94 \text{ m}$$

$$E = 7.88 \text{ m}$$

$$F = 6.92 \text{ m}$$

24.- Curva Horizontal N° 24 Izquierda

$$R = 49.11 \text{ m}$$

$$\Delta = 43^\circ 43' 14.00''$$

$$L_c = 37.48 \text{ m}$$

$$C = 36.57 \text{ m}$$

$$T = 19.70 \text{ m}$$

$$E = 3.80 \text{ m}$$

$$F = 3.53 \text{ m}$$

25.- Curva Horizontal N° 25 Derecha

$$R = 45.84 \text{ m}$$

$$\Delta = 75^\circ 38' 23.00''$$

$$L_c = 60.51 \text{ m}$$

$$C = 56.21 \text{ m}$$

$$T = 35.58 \text{ m}$$

$$E = 12.19 \text{ m}$$

$$F = 9.63 \text{ m}$$

26.- Curva Horizontal N° 26 Izquierda

$$R = 163.70 \text{ m}$$

$$\Delta = 21^\circ 42' 27.41''$$

$$L_c = 62.02 \text{ m}$$

$$C = 61.65 \text{ m}$$

$$T = 31.39 \text{ m}$$

$$E = 2.98 \text{ m}$$

$$F = 2.93 \text{ m}$$

27.- Curva Horizontal N° 27 Derecha

$$R = 63.66 \text{ m}$$

$$\Delta = 32^\circ 14' 51.09''$$

$$L_c = 35.83 \text{ m}$$

$$C = 35.36 \text{ m}$$

$$T = 18.40 \text{ m}$$

$$E = 2.61 \text{ m}$$

$$F = 2.50 \text{ m}$$

28.- Curva Horizontal N° 28 Izquierda

$$R = 66.11 \text{ m}$$

$$\Delta = 76^\circ 38' 36.37''$$

$$L_c = 88.44 \text{ m}$$

$$C = 81.99 \text{ m}$$

$$T = 52.25 \text{ m}$$

$$E = 18.15 \text{ m}$$

$$F = 14.24 \text{ m}$$

29.- Curva Horizontal N° 29 Derecha

$$R = 70.16 \text{ m}$$

$$\Delta = 52^\circ 42' 59.30''$$

$$L_c = 64.55 \text{ m}$$

$$C = 62.29 \text{ m}$$

$$T = 34.76 \text{ m}$$

$$E = 8.14 \text{ m}$$

$$F = 7.29 \text{ m}$$

## 6.6.10 ALINEAMIENTO VERTICAL

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

### 1) GRADIENTES

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (Porcentaje)						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R - lo R - II > 8.000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3.000 a 8.000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1.000 a 3.000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1.000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V Menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Cuadro N° 6.8 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas para curvas verticales

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

La Gradiente y Longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del:	8—10%,	La longitud máxima será de:	1.000 m.
	10—12%,		500 m.
	12—14%,		250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1°, 2° y 3° clase).

### **Gradientes Mínimas.**

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

#### **6.6.10.1 CURVAS VERTICALES.**

Las curvas verticales pueden ser de cualquiera de los tipos, cóncavas o convexas. La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Por otro lado, debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hace sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple con su eje vertical centrado en el PIV. Las ordenadas de la parábola a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia

#### **CURVAS VERTICALES CONVEXAS.**

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A S^2}{426}$$

En donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

Valores de **K** para las diferentes velocidades de diseño y para las diversas clases de carreteras, respectivamente.

<b>VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS</b>						
<b>Clase de Carretera</b>	<b>Valor Recomendable</b>			<b>Valor Absoluto</b>		
	<b>L</b>	<b>O</b>	<b>M</b>	<b>L</b>	<b>O</b>	<b>M</b>
R - lo R - II > 8.000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3.000 a 8.000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1.000 a 3.000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1.000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Cuadro N° 6.9 Valores mínimos de K para curvas convexas

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{\min} = 0.60 * V$$

En donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

<b>CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS</b>			
VELOCIDAD DE DISEÑO Kph	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA "s" (m)	COEFICIENTE K = S <sup>2</sup> /(122+3,5*S)	
		CALCULADO	RECOMENDADO
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.10	7
60	70	11.50	12
70	90	19.01	19
80	110	28.40	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Cuadro N° 6.10 Curvas verticales convexas mínimas  
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

## **CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS**

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{A S^2}{122 + 3.5 S}$$

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo. La longitud de una curva vertical cóncava es:

$$L = K * A$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical

K = Coeficiente para curvas cóncavas

A = Diferencia de gradientes (Valor absoluto)

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R - lo R - II > 8.000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3.000 a 8.000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1.000 a 3.000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1.000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Cuadro N° 6.11 Valores mínimos de K para curvas cóncavas  
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{\min} = 0,60 V$$

En donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

<b>CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS</b>			
VELOCIDAD DE DISEÑO Kph	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA "s" (m)	COEFICIENTE K = $S^2/(122+3,5*S)$	
		CALCULADO	RECOMENDADO
20	20	2,08	2
25	25	2,98	3
30	30	3,96	4
35	35	5,01	5
40	40	6,11	6
45	50	8,42	8
50	55	9,62	10
60	70	13,35	13
70	90	18,54	19
80	110	23,87	24
90	135	30,66	31
100	160	37,54	38
110	180	43,09	43
120	220	54,26	64

Cuadro N° 6.12 Curvas verticales cóncavas mínimas  
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

### 6.6.10.2 CONBINACIÓN DEL DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

Se debe evitar un diseño horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas.

No deben introducirse curvas horizontales agudas o cerca de la cima de curvas verticales convexas pronunciadas.

Se debe evitar curvas horizontales agudas o en las inmediaciones del punto mas bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas.

### 6.6.10.3 ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES

#### *Curvas verticales cóncavas*

$$L = K * A \quad \text{Longitud mínima de Curva}$$

$$L = 0.6 * Vd \quad \text{Longitud mínima de Curva}$$

$K = 5$  coeficiente en función a la velocidad d diseño.

$A =$  diferencia algebraica de las gradientes en porcentaje.

$Vd =$  Velocidad de diseño en Km /h.

#### *Curvas verticales convexas*

$$L = K * A \quad \text{Longitud mínima de Curva}$$

$$L = 0.6 * Vd \quad \text{Longitud mínima de Curva}$$

$K = 7$  coeficiente en función a la velocidad d diseño.

#### *Elementos de Curva*

$$X_t = (L_c/2) * \% \text{ 1era. Subrasante} - \text{Cota PIV} \quad \text{Cota XT}$$

$$Y_t = \text{Cota PCV} - \text{Cota } X_t \quad \text{Ordenada}$$

$$E = L_c / 20m \quad \text{Número de estaciones en 2 cm c/u}$$

$$Y = (Y_t / E^2) * n^2 \quad \text{para obtener la cota de la curva en cualquier punto}$$

$n =$  Estación de acuerdo al orden

$$\text{Cota PCV} = L_c/2 * \% \text{ 1 era Subrasante} - \text{Cota PIV}$$

$$\text{Abscisa PCV} = L_c / 2 - \text{Abscisa PCV}$$

$$\text{Cota PTV} = L_c / 2 \times \% \text{ 2da Subrasante} + \text{Cota PIV}$$

$$\text{Abcisa PTV} = L_c / 2 + \text{Abcisa PIV}$$

$$A = (A \cdot S^2) / 426 \quad \text{Factor de la pendiente de Subrasante.}$$

#### **6.6.10.4 RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE CURVAS VERTICALES.**

1.- Curva vertical N° 1 Convexa

1ra. Subrasante -0.5 %

2da. Subrasante -9.6 %

Cota PIV = 994.67

Absc. PIV = 0+103.07

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) L.C.(mínimo) = 0.6 x Vd

$$\text{L.C.}(\text{mínimo}) = 0.6 \times 35 \text{ Km/h}$$

$$\text{L.C.}(\text{mínimo}) = 21 \text{ m}$$

**L.C.(mínimo) = 50 m (Asumido)**

b.-) Cota PCV = L.C / 2 \* 1ra Subrasante - Cota PIV

$$\text{Cota PCV} = 50/2 * -(0.005) - 994.67$$

**Cota PCV = 994.78**

c.-) Absc. PCV = L.C./2 - Absc PIV

$$\text{Absc. PCV} = 50 / 2 - 103.07$$

$$\text{Absc. PCV} = 0+060.57$$

$$d.-) \text{Cota PTV} = LC / 2 * 2da \text{ Subrasante} + \text{Cota PIV}$$

$$\text{Cota PTV} = 50 / 2 * (-0.096) + 994.67$$

$$\text{Cota PTV} = 990.60$$

$$e.-) \text{Absc PTV} = LC/2 + \text{Absc PIV}$$

$$\text{Absc PTV} = 50 / 2 + 103.07$$

$$\text{Absc PTV} = 0+145.57$$

$$f.-) \text{Cota Xt} = Lc/2 * \% \text{ 1ra Subrasante} + \text{Cota PIV}$$

$$\text{Cota Xt} = 50 / 2 * 0.005 + 974.52$$

$$\text{Cota Xt} = 974.65 \text{ m}$$

$$g.-) Yt = \text{Cota PTV} - \text{Cota Xt}$$

$$Yt = 990.60 - 974.64$$

$$Yt = 15.96 \text{ m}$$

$$h.-) Y = (Yt / E^2) * n^2 \text{ Calculada para la primera estación de 20m}$$

$$Y = 15.96 / 2.5^2 * 1^2$$

$$Y = 2.55$$

2.- Curva vertical N° 2 Cóncava

1ra. Subrasante -9.6 %

2da. Subrasante +5.3 %

Cota PIV = 982.93

Absc. PIV = 0+225.72

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 986.28

- c.-) Absc PCV = 0 + 190.72
- d.-) Cota PTV = 984.78
- e.-) Absc PTV = 0 + 260.72
- f.-) Cota Xt = 976.45
- g.-) YT = 2.01
- h.-) Y = 0.98

### 3.- Curva vertical N° 3 Convexa

1ra. Subrasante +5.3 %

2da. Subrasante -2.3 %

Cota PIV = 993.93

Absc. PIV = 0+434.52

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-) LC = 50 m
- b.-) Cota PCV = 991.83
- c.-) Absc PCV = 0 + 394.52
- d.-) Cota PTV = 993.93
- e.-) Absc PTV = 0 + 474.52
- f.-) Cota Xt = 976.45
- g.-) YT = 2.01
- h.-) Y = 0.98

#### 4.- Curva vertical N° 4 Cóncava

1ra. Subrasante -2.3 %

2da. Subrasante +7.3 %

Cota PIV = 987.93

Absc. PIV = 0+699.86

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 988.73

c.-) Absc PCV = 0 + 664.86

d.-) Cota PTV = 990.50

e.-) Absc PTV = 0 + 734.86

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

#### 5.- Curva vertical N° 5 Convexa

1ra. Subrasante +7.3 %

2da. Subrasante -8.5 %

Cota PIV = 998.93

Absc. PIV = 0+849.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $\text{Cota PCV} = 997.10$
- c.-)  $\text{Absc PCV} = 0 + 824.81$
- d.-)  $\text{Cota PTV} = 996.80$
- e.-)  $\text{Absc PTV} = 0 + 874.81$
- f.-)  $\text{Cota Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

6.- Curva vertical N° 6 Cóncava

1ra. Subrasante  $-8.5 \%$

2da. Subrasante  $+4.9\%$

$\text{Cota PIV} = 986.64$

$\text{Absc. PIV} = 0+993.69$

$Vd = 35 \text{ Km/h}$

$DVP = 35 \text{ m}$

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $\text{Cota PCV} = 988.78$
- c.-)  $\text{Absc PCV} = 0 + 968.69$
- d.-)  $\text{Cota PTV} = 987.86$
- e.-)  $\text{Absc PTV} = 1 + 018.69$
- f.-)  $\text{Cota Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

7.- Curva vertical N° 7 Convexa

1ra. Subrasante +4.9 %

2da. Subrasante -9.9%

Cota PIV = 992.29

Absc. PIV = 1+109.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 991.07

c.-) Absc PCV = 1+084.81

d.-) Cota PTV = 989.81

e.-) Absc PTV = 1+134.81

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

8.- Curva vertical N° 8 Cóncava

1ra. Subrasante -9.9 %

2da. Subrasante -1.3 %

Cota PIV = 980.38

Absc. PIV = 1+229.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 982.37$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 1+209.81$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 980.12$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 1+249.81$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

9.- Curva vertical N° 9      Convexa

1ra. Subrasante  $-1.3 \%$

2da. Subrasante  $-7.6 \%$

$Cota \text{ PIV} = 979.29$

$Absc. \text{ PIV} = 1+314.03$

$Vd = 35 \text{ Km/h}$

$DVP = 35 \text{ m}$

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 979.49$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 1+299.03$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 978.16$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 1+329.03$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

10.- Curva vertical N° 10      Cóncava

1ra. Subrasante -7.6 %

2da. Subrasante -2.4 %

Cota PIV = 973.25

Absc. PIV = 1+393.71

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 974.39

c.-) Absc PCV = 1+378.71

d.-) Cota PTV = 972.89

e.-) Absc PTV = 1+408.72

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

11.- Curva vertical N° 11      Convexa

1ra. Subrasante -2.4 %

2da. Subrasante -9.6 %

Cota PIV = 968.93

Absc. PIV = 1+571.94

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 969.53$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 1+531.942$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 965.11$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 1+611.94$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

12.- Curva vertical N° 12 Cóncava

1ra. Subrasante  $-9.6 \%$

2da. Subrasante  $+7.1 \%$

$Cota \text{ PIV} = 950.78$

$Absc. \text{ PIV} = 41+761.74$

$Vd = 35 \text{ Km/h}$

$DVP = 35 \text{ m}$

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 953.65$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 1+731.74$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 952.91$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 1+791.74$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

13.- Curva vertical N° 13 Convexa

1ra. Subrasante +7.1 %

2da. Subrasante -6.7 %

Cota PIV = 969.73

Absc. PIV = 2+029.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 967.97

c.-) Absc PCV = 2+004.81

d.-) Cota PTV = 968.06

e.-) Absc PTV = 2+054.81

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

14.- Curva vertical N° 14 Cóncava

1ra. Subrasante -6.7 %

2da. Subrasante +5.6 %

Cota PIV = 962.67

Absc. PIV = 2+135.37

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-) LC = 50 m
- b.-) Cota PCV = 964.01
- c.-) Absc PCV = 2+115.36
- d.-) Cota PTV = 963.78
- e.-) Absc PTV = 2+155.36
- f.-) Cota Xt = 976.45
- g.-) YT = 2.01
- h.-) Y = 0.98

15.- Curva vertical N° 15 Convexa

1ra. Subrasante +5.6 %

2da. Subrasante -6.5 %

Cota PIV = 974.93

Absc. PIV = 2+355.95

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-) LC = 50 m
- b.-) Cota PCV = 973.27
- c.-) Absc PCV = 2+325.95
- d.-) Cota PTV = 972.99
- e.-) Absc PTV = 2+385.95
- f.-) Cota Xt = 976.45
- g.-) YT = 2.01
- h.-) Y = 0.98

16.- Curva vertical N° 16      Cóncava

1ra. Subrasante -6.5 %

2da. Subrasante -1.0 %

Cota PIV = 965.32

Absc. PIV = 2+504.16

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 967.27

c.-) Absc PCV = 2+474.16

d.-) Cota PTV = 965.01

e.-) Absc PTV = 2+534.16

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

17.- Curva vertical N° 17      Cóncava

1ra. Subrasante -1.0 %

2da. Subrasante +5.9 %

Cota PIV = 963.50

Absc. PIV = 2+679.29

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 963.81$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 2+649.29$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 965.26$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 2+709.29$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

18.- Curva vertical N° 18 Convexa

1ra. Subrasante  $+5.9 \%$

2da. Subrasante  $+0.4 \%$

$Cota \text{ PIV} = 970.93$

$Absc. \text{ PIV} = 2+806.28$

$Vd = 35 \text{ Km/h}$

$DVP = 35 \text{ m}$

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 969.76$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 2+786.28$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 971.02$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 2+826.28$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

19.- Curva vertical N° 19 Convexa

1ra. Subrasante +0.4 %

2da. Subrasante -9.5 %

Cota PIV = 969.16

Absc. PIV = 3+037.31

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 971.66

c.-) Absc PCV = 2+982.306

d.-) Cota PTV = 969.16

e.-) Absc PTV = 3+037.306

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

20.- Curva vertical N° 20 Cóncava

1ra. Subrasante -9.5 %

2da. Subrasante +6.7 %

Cota PIV = 960.38

Absc. PIV = 3+129.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 962.04$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 3+112.306$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 961.56$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 3+147.306$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

21.- Curva vertical N° 21      Convexa

1ra. Subrasante  $+6.7 \%$

2da. Subrasante  $-7.5 \%$

$Cota \text{ PIV} = 967.93$

$Absc. \text{ PIV} = 3+242.14$

$Vd = 35 \text{ Km/h}$

$DVP = 35 \text{ m}$

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 966.25$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 3+217.14$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 966.05$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 3+267.14$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

22.- Curva vertical N° 22 Cóncava

1ra. Subrasante -7.5 %

2da. Subrasante +5.8 %

Cota PIV = 961.32

Absc. PIV = 3+329.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 963.58

c.-) Absc PCV = 3+299.806

d.-) Cota PTV = 963.06

e.-) Absc PTV = 3+359.806

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

23.- Curva vertical N° 23 Convexa

1ra. Subrasante +5.8 %

2da. Subrasante -5.6 %

Cota PIV = 966.58

Absc. PIV = 3+420.71

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 964.85$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 3+390.71$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 964.90$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 3+450.71$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

24.- Curva vertical N° 24 Cóncava

1ra. Subrasante  $-5.6 \%$

2da. Subrasante  $+5.2 \%$

$Cota \text{ PIV} = 961.59$

$Absc. \text{ PIV} = 3+509.85$

$Vd = 35 \text{ Km/h}$

$DVP = 35 \text{ m}$

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 962.99$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 3+484.85$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 962.88$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 3+534.85$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

25.- Curva vertical N° 25      Convexa

1ra. Subrasante +5.2 %

2da. Subrasante -9.3 %

Cota PIV = 971.93

Absc. PIV = 3+709.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC =50 m

b.-) Cota PCV = 970.64

c.-) Absc PCV = 3+684.806

d.-) Cota PTV = 969.60

e.-) Absc PTV = 3+734.806

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

26.- Curva vertical N° 26      Cóncava

1ra. Subrasante -9.3 %

2da. Subrasante -0.8 %

Cota PIV = 958.93

Absc. PIV = 3+849.06

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 961.74$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 3+819.056$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 958.68$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 3+879.056$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

27.- Curva vertical N° 27      Cóncava

1ra. Subrasante  $-0.8 \%$

2da. Subrasante  $+7.4 \%$

$Cota \text{ PIV} = 957.41$

$Absc. \text{ PIV} = 4+029.81$

$Vd = 35 \text{ Km/h}$

$DVP = 35 \text{ m}$

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 957.66$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 3+999.806$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 957.41$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 4+029.806$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

28.- Curva vertical N° 28      Convexa

1ra. Subrasante  $+7.4 \%$

2da. Subrasante -6.0 %

Cota PIV = 967.76

Absc. PIV = 4+169.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 965.91

c.-) Absc PCV = 4+144.806

d.-) Cota PTV = 966.26

e.-) Absc PTV = 4+194.806

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

29.- Curva vertical N° 29 Cóncava

1ra. Subrasante -6.0 %

2da. Subrasante +7.1 %

Cota PIV = 956.93

Absc. PIV = 4+349.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 958.44

c.-) Absc PCV = 4+324.806

d.-) Cota PTV = 958.71

e.-) Absc PTV = 4+374.806

f.-) Cota  $X_t = 976.45$

g.-)  $Y_T = 2.01$

h.-)  $Y = 0.98$

30.- Curva vertical N° 30 Convexa

1ra. Subrasante +7.1 %

2da. Subrasante +0.6 %

Cota PIV = 965.20

Absc. PIV = 4+466.05

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 40 m

b.-) Cota PCV = 962.35

c.-) Absc PCV = 4+426.04

d.-) Cota PTV = 965.42

e.-) Absc PTV = 4+506.049

f.-) Cota  $X_t = 976.45$

g.-)  $Y_T = 2.01$

h.-)  $Y = 0.98$

31.- Curva vertical N° 31 Cóncava

1ra. Subrasante +0.6 %

2da. Subrasante +6.3 %

Cota PIV = 965.93

Absc. PIV = 4+596.69

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 965.76$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 4+566.69$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 967.81$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 4+626.69$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

32.- Curva vertical N° 32 Convexa

1ra. Subrasante  $+6.3 \%$

2da. Subrasante  $-5.5 \%$

$Cota \text{ PIV} = 974.57$

$Absc. \text{ PIV} = 4+734.45$

$Vd = 35 \text{ Km/h}$

$DVP = 35 \text{ m}$

- a.-)  $LC = 50 \text{ m}$
- b.-)  $Cota \text{ PCV} = 973.00$
- c.-)  $Absc \text{ PCV} = 4+706.45$
- d.-)  $Cota \text{ PTV} = 973.19$
- e.-)  $Absc \text{ PTV} = 4+759.45$
- f.-)  $Cota \text{ Xt} = 976.45$
- g.-)  $YT = 2.01$
- h.-)  $Y = 0.98$

33.- Curva vertical N° 33 Convexa

1ra. Subrasante -5.6 %

2da. Subrasante -10.0 %

Cota PIV = 966.03

Absc. PIV = 4+889.01

Vd = 35 Km/h

d = 55 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 966.86

c.-) Absc PCV = 4+874.806

d.-) Cota PTV = 964.53

e.-) Absc PTV = 4+904.806

f.-) Cota Xt = 976.45

g.-) YT = 2.01

h.-) Y = 0.98

34.- Curva vertical N° 34 Cóncava

1ra. Subrasante - 10 %

2da. Subrasante +9.6 %

Cota PIV = 945.74

Absc. PIV = 5+092.69

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

a.-) LC = 50 m

b.-) Cota PCV = 948.49

- c.-) Absc PCV = 5+065.197
- d.-) Cota PTV = 948.38
- e.-) Absc PTV = 5+120.197
- f.-) Cota Xt = 976.45
- g.-) YT = 2.01
- h.-) Y = 0.98

35.- Curva vertical N° 35 Convexa

1ra. Subrasante +9.6 %

2da. Subrasante +0.1 %

Cota PIV = 953.16

Absc. PIV = 5+169.81

Vd = 35 Km/h

DVP = 35 m

- a.-) LC = 50 m
- b.-) Cota PCV = 951.47
- c.-) Absc PCV = 5+152.306
- d.-) Cota PTV = 953.17
- e.-) Absc PTV = 5+187.306
- f.-) Cota Xt = 976.45
- g.-) YT = 2.01
- h.-) Y = 0.98

### 6.6.11 CURVA DE MASAS

El diagrama de masas es la representación gráfica de los volúmenes excedentes, o sea de todo el material que ha sobrado después de realizada la compensación transversal.

En la curva de masas existe una línea horizontal que es la línea de compensación que se traza con el objeto de poder visualizar si existe compensación entre corte y relleno. La forma del diagrama de masa no tiene relación con la topografía del terreno, cuando la curva es ascendente indica que esta cortando y que hay tierra sobrante y cuando la curva desciende significa falta de tierra para el relleno. Si una curva de masa es horizontal entre las estaciones, significa que no hay que mover material en este tramo, puede haber cortes y rellenos, pero se equilibran entre si.

El diagrama de curvas de masas para este proyecto se obtuvo mediante la utilización del programa AUTO CIVIL CAD que indica que se ha compensado tanto en corte como en relleno.

#### **6.6.12 SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO**

Las secciones transversales típicas describen y regulan la construcción de una carretera por lo que se debe presentar en forma clara que es lo que va a construir. Estas secciones incluyen:

- La calzada
- Los espaldones
- Los taludes en corte y/o relleno
- La estructura de la calzada

##### **6.6.12.1 CALZADA**

De acuerdo al estudio del tráfico que se ejecutó y a la clasificación de la carretera (vía clase IV), la calzada de la vía lo conforma un carril de 6 m de ancho con pendiente transversal de 4.0 %, con el objeto de drenar eficientemente las aguas lluvias.

<b>ANCHO DE CALZADA (m)</b>		
<b>Clase de Carretera</b>	<b>Valor Recomendable</b>	<b>Valor Absoluto</b>
R - lo R - II > 8.000 TPDA	7.30	7.30
I 3.000 a 8.000 TPDA	7.30	7.30
II 1.000 a 3.000 TPDA	7.30	6.50
III 300 a 1.000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 a 300 TPDA	6.00	6.00
V Menos de 100 TPDA	4.00	4.00

Cuadro N° 6.13 Ancho de Calzada  
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

#### **6.6.12.2 ESPALDONES**

Por tratarse de un camino de IV orden, se consideraron espaldones de 0.60 m a cada lado de la vía, para proporcionar seguridad, facilidad de operación y capacidad transversal al momento de circular dos vehículos en sentido contrario de manera simultánea. Como los espaldones formarán parte de la vía, la pendiente de transversal de estos serán de 4.0 %, para tener un ancho total en la calzada de 7.20 m con una sola pendiente transversal.

#### **6.6.12.3 TALUDES EN CORTE Y RELLENO**

La inclinación de los taludes para el diseño de este proyecto en corte es de 1H: 3V Y en relleno es de 1H: 1V.

#### **6.6.12.4 ESTRUCTURA DE LA CALZADA**

Los correspondientes estudios de suelos, determinaron que la estructura del pavimento que para este proyecto es Capa Granular, esta compuesta de las siguientes capas y con los espesores siguientes:

# SECCION TIPO:

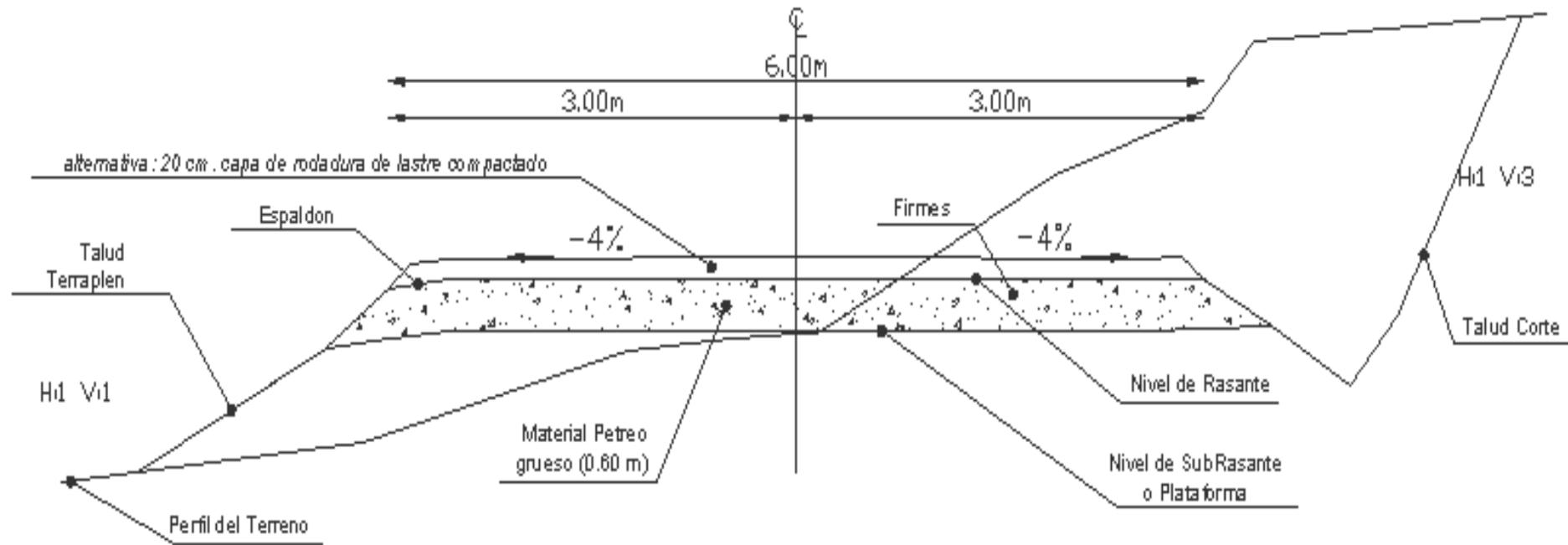


Figura N° 6.8 Sección tipo de la vía

Nota:

Para llegar al nivel de la Rasante se Coloca una capa de material pétreo con un espesor de 60 cm.

Al nivel de la calzada se aumentará una capa de 20 cm de una capa de lastre compactado.

### **6.6.13 ESTUDIO DE SUELOS**

#### **OBJETIVO**

El objetivo fundamental es determinar el tipo y calidad de suelo existente en el terreno por donde se trazó la vía, para así proponer una solución de espesores para asegurar el servicio y funcionamiento de la estructura durante el periodo de diseño.

#### **TRABAJO DE CAMPO**

Debido a que en la zona del Oriente donde se trazó la vía se puede identificar que el suelo es limo areno arcilloso, color café con humedad media, en todo el tramo, solo se tomó dos muestras del suelo existente y mediante el uso de calicatas, que consiste en una perforación manual de pozo a cielo abierto, identificando la estratigrafía del suelo.

Estas muestras se llevaron a un laboratorio especializado para ejecutar los ensayos necesarios para su identificación y clasificación.

#### **PRUEBAS DE LABORATORIO**

Con las muestras recolectadas de la vía y de acuerdo con el tipo de suelo se determinaron las siguientes propiedades:

- Ensayo de Clasificación
- Compactación
- CBR

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO:** ESTUDIO Y DISEÑO VIAL ENTRE EL Km 24 VÍA PUYO-TENA - NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD

**MUESTRA:** 1 **ABSCISA:** Km 0+500

**PROFUND.:** 0,00-0,50 m **FECHA:** Mayo - 2011

**ENSAYOS DE CLASIFICACION**

	GOLPES	PESO CAPSULA	PESO HUMEDO	PESO SECO	CONT. DE AGUA	RESULTADO
		(G)	(G)	(G)	(%)	%
1.-CONTENIDO DE AGUA	-----	8.01	74.26	53.14	46.80	46.80
	-----	8.02	74.21	53.09	46.86	
2.-LIMITE LIQUIDO	40	8.01	26.84	20.01	56,92	59.7
	29	8.03	26.82	19.85	58,97	
	23	8,00	26.89	19.76	60,78	
	15	8.01	26.83	19.62	62,10	
3.- LIMITE PLASTICO		8.01	12.12	11.05	35.20	34.7
	-----	8.02	12.00	11.02	32.67	
	-----	8.02	12.19	11.08	36.27	

**4.- GRANULOMETRIA**

Masa del recipiente	=	20,25	( g )
Masa recip. + suelo hum	=	263,87	( g )
Masa de suelo humedo.	=	243,62	( g )
Masa de suelo seco	=	165,92	( g )

TAMIZ	PESO RETENIDO	RET. PARC.	RET. ACUM.	PASA
N	(G)	(%)	(%)	(%)
3"	0	0.00	0.00	100
1 1/2"	0	0.00	0.00	100
1"	0	0.00	0.00	100
3/4"	0	0.00	0.00	100
1/2"	0	0.00	0.00	100
3/8"	0	0.00	0.00	100
4	1.31	0.79	0.79	99
10	10.47	6.31	7.10	93
40	10.87	6.55	13.65	86
200	32.12	19.39	33.05	67

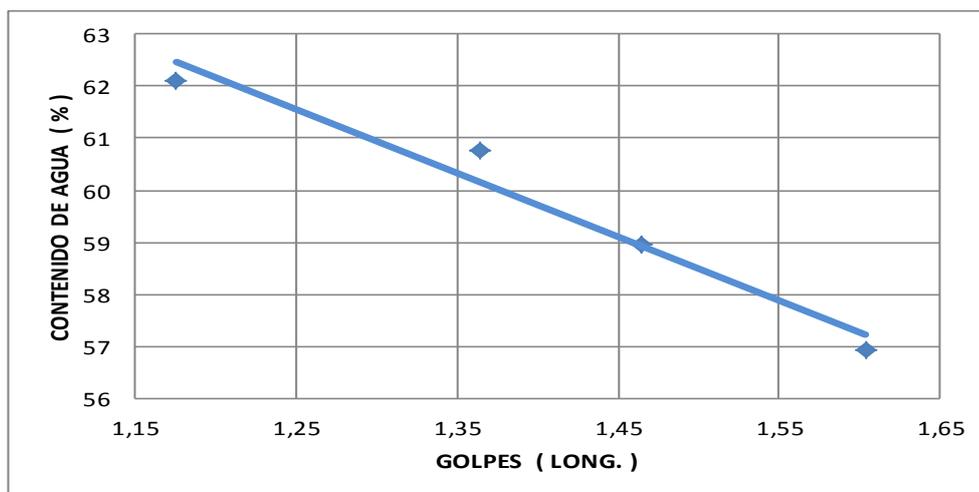
**5.- CLASIFICACION**

GRAVA = 1 %  
ARENA = 32 %  
FINOS = 67 %

WL = 59,7 %  
WP = 34,7 %  
IP = 25,0 %

**CLASIFICACION**

SUCS = MH  
AASHTO = -----  
IG (86) = -----  
IG (45) = -----



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO:** ESTUDIO Y DISEÑO VIAL ENTRE EL Km 24 VÍA PUYO-TENA - NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD

**MUESTRA:** 1

**ABSCISA:** Km 0+500

**PROFUND.:** 0,00-0,50 m

**FECHA:** Mayo - 2011

**COMPACTACIÓN**

Proctor	Método	Masa del Martillo (Kg)	Altura de Caída (cm)	Número de capas	Golpes / capas
Modificado	A	4,54	46	5	25

**DATOS DEL MOLDE**

Diametro (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (g)
10,16	942	4212

**PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Masa inicial seca (g)	Humedad inicial (g)	Masa inicial húmeda (g)	Masa de la bandeja (g)	Masa de la band. Suelo húmedo (g)
-----	-----	2500	184	2684

PRUEBA N°	1	2	3	4	5
-----------	---	---	---	---	---

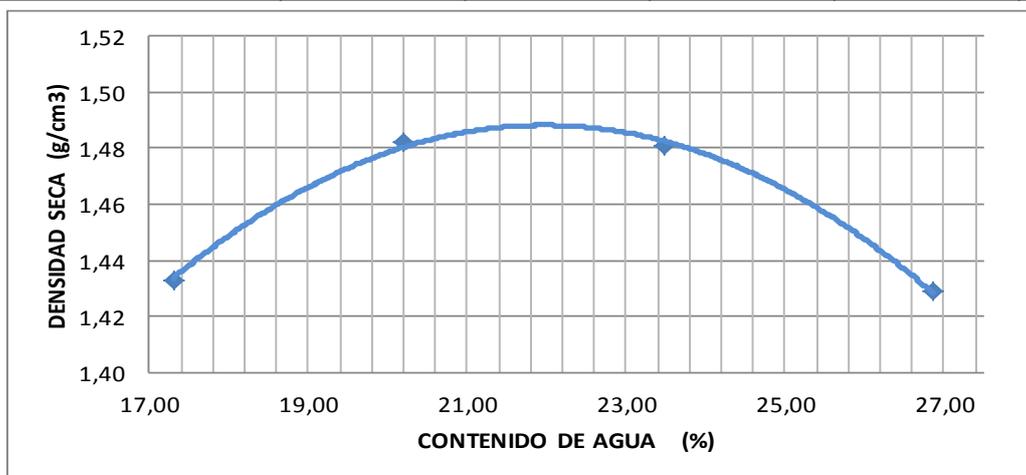
**DATOS PARA LA CURVA**

Masa Molde + Suelo húmedo (g)	5795	5890	5935	5920	
Masa del suelo húmedo (g)	1583	1678	1723	1708	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,68	1,781	1,829	1,813	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8		
Masa del recipiente (g)	8,01	8,01	8,02	8,02	80,10	80,10	8,01	8,01		
Masa Recip. + Suelo húmedo (g)	60,15	60,15	60,23	60,23	60,45	60,45	60,05	60,05		
Masa Recip. + Suelo seco (g)	52,46	52,46	51,46	51,46	50,48	50,48	49,03	49,03		
Contenido de agua	17,30	17,30	20,19	20,19	23,48	23,48	26,86	26,86		
<b>Cont. de agua promedio</b>	<b>17,30</b>	<b>20,19</b>	<b>23,48</b>	<b>26,86</b>						

<b>Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,433</b>	<b>1,482</b>	<b>1,481</b>	<b>1,429</b>	
---	--------------	--------------	--------------	--------------	--



RESULTADOS	DENSIDAD SECA MÁXIMA =	1.496 g/cm <sup>3</sup>
	CONT. DE AGUA ÓPTIMA =	21.80 %

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO:** ESTUDIO Y DISEÑO VIAL ENTRE EL Km 24 VÍA PUYO-TENA - NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD

**MUESTRA:** 1 **ABSCISA:** Km 0+500

**PROFUND.:** 0,00-0,40 m **FECHA:** Mayo - 2011

**RELACION SOPORTE CALIFORNIA ( CBR )** ASTM-D 1883

MOLDE NUMERO	7	8	9
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	61	27	11

CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANTES. DE SAT.	DESPUES DE SAT.	ANTES. DE SAT.	DESPUES DE SAT.	ANTES. DE SAT.	DESPUES DE SAT.
PESO MUESTRA HUEMDA + MOLDE	g	11680	11990	11590	11985	11450	11970
PESO MOLDE	g	7033	7033	7031	7031	7035	7035
PESO MUESTRA HUMEDA	g	4647	4957	4559	4954	4415	4935
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2500	2500,99	2510	2513	2560	2565,1
PESO UNITARIO HUMEDO	g/cm3	1,859	1,982	1,816	1,971	1,725	1,924
PESO UNITARIO SECA	g/cm3	<b>1,529</b>	<b>1,592</b>	<b>1,487</b>	<b>1,579</b>	<b>1,409</b>	<b>1,548</b>

CONTENIDO DE AGUA		ARRIBA	ABAJO										
CAPSULA	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PESO DE LA CAPSULA	g	8,02	8,05	8,02	8,03	8,01	8,05	7,98	7,99	8,02	8,01	8,04	8,05
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + CAP.	g	70,15	70,16	70,45	70,23	70,41	70,54	70,32	70,64	70,84	70,43	70,81	70,02
PESO DE LA MUESTRA SECA + CAP.	g	59,12	59,15	58,04	58,12	59,08	59,23	58,01	58,06	59,15	59,18	58,26	58,21
HUMEDAD	%	21,59	21,55	24,81	24,18	22,19	22,1	24,61	25,12	22,86	21,99	24,99	23,54
PROMEDIO DE HUEMDAD	%	<b>21,57</b>		<b>24,49</b>		<b>22,14</b>		<b>24,87</b>		<b>22,42</b>		<b>24,27</b>	

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHAS HORAS	TIEMPO EN DIAS	MOL. N° 7		H (cm)= 12.77		MOL. N° 8		H (cm)= 12.75		MOL. N° 9		H (cm)= 12.75	
		DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO				
	0	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00	
	1	2	2	0,04		6	6	0,12		10	10	0,20	
	2	2	2	0,04		6	6	0,12		10	10	0,20	
	3	2	2	0,04		6	6	0,12		10	10	0,20	
	4	2	2	0,04		6	6	0,12		10	10	0,20	

**DATOS DE PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO	CARGA DE ENSAYO		CBR CORREGIDO
		DIAL	lbs/pulg2	%	DIAL	lbs/pulg2	%	DIAL	lbs/pulg2	%
0,025		4	10,14		4	10,14		4	10,14	
0,050		22	55,77		19	48,17		15	38,03	
0,075		29	73,52		22	55,77		20	50,7	
0,100	1000	30	76,05	7,6	24	60,84	6,1	22	55,77	5,6
0,200	1500	75	190,13	0,0	75	190,13	0,0	64	162,24	0,0
0,300		126	319,41		98	248,43		85	215,48	
0,400		164	415,74		136	344,76		122	309,27	
0,500		215	545,03		201	509,54		184	466,44	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIS CIVIL Y MECÀNICA**

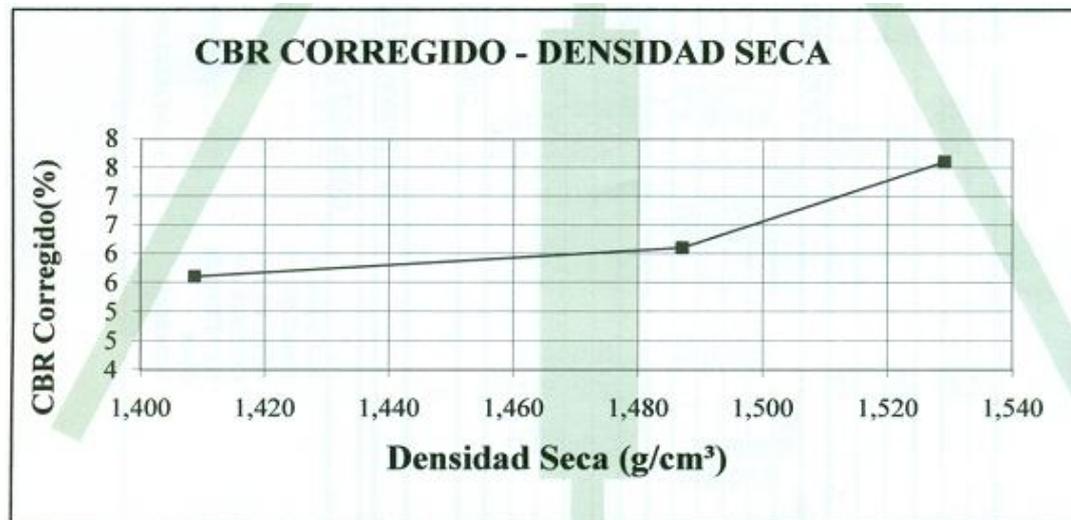
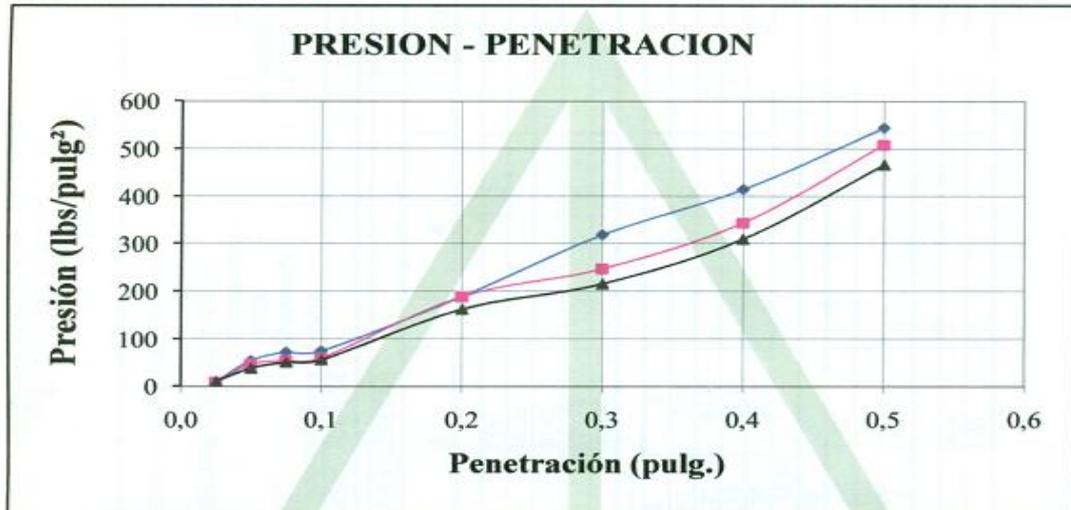
**PROYECTO:** Estudio y diseño de la vía Nueva Esperanza – Libertad

**MUESTRA:** 1

**ABSCISA:** Km 0+ 500

**PROFUND:** 0.00 – 0.40 m

**FECHA:** Mayo- 2011



VALOR CBR		
Máxima Densidad		CBR
%		%
90		
95		5,5
100		

## 6.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

### 6.7.1 PRESUPUESTO

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD

UBICACIÓN: CANTÓN SANTA CLARA - PROVINCIA DE PASTAZA

ELABORÓ: EGDO. DARÍO MOPOSITA

FECHA: 25 DE JULIO DEL 2011

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

<u>RUBRO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P.UNITARIO</u>	<u>P.TOTAL</u>
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	3,13	534,98	1.674,49
2	Replanteo y nivelación a nivel de mejoramiento	km	5,22	390,28	2.037,26
3	Excavación sin clasificar(mov.de tierra)	m3	150.467,96	0,80	120.374,37
4	Material petreo de mejoramiento( minada , cargada y .regada)	m3	22.538,48	3,67	82.716,22
5	Transporte material petreo de mejoramiento	m3-km	856.462,12	0,25	214.115,53
				<b>TOTAL:</b>	<b>420.917,87</b>

SON : CUATROCIENTOS VEINTE MIL NOVECIENTOS DIECISIETE, 87/100 DÓLARES

PLAZO TOTAL: 120

Egrdo. Civil Dario Moposita  
ELABORADO

Puyo, 25 de Julio del 2011

## 6.7.2 CRONOGRAMA

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD

UBICACIÓN: CANTÓN SANTA CLARA - PROVINCIA DE PASTAZA

ELABORÓ: EGDO. DARIÓ MOPOSITA

FECHA: 25 DE JULIO DEL 2011

### CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	PERIODOS (MESES)			
					1er MES	2do MES	3er MES	4to MES
1	Desbroce, desbosque y limpieza	3,13	534,98	1.674,49	3,13 1.674,49			
2	Replanteo y nivelación a nivel de mejoramiento	5,22	390,28	2.037,26	5,22 2.037,26			
3	Excavación sin clasificar(mov.de tierra)	150.467,96	0,80	120.374,37	37.616,99 30.093,59	112.850,97 90.280,78		
4	Material petreo de mejoramiento( minada , cargada	22.538,48	3,67	82.716,22		5.634,62 20.679,06	11.269,24 41.358,11	5.634,62 20.679,05
5	Transporte material petreo de mejoramiento	856.462,12	0,25	214.115,53		214.115,53 53.528,88	428.231,06 107.057,77	214.115,53 53.528,88
<b>420.917,87</b>								
INVERSION MENSUAL					33.805,34	164.488,72	148.415,88	74.207,93
AVANCE MENSUAL (%)					8,03	39,08	35,26	17,63
INVERSION ACUMULADA					33.805,34	198.294,06	346.709,94	<b>420.917,87</b>
AVANCE ACUMULADO (%)					8,03	47,11	82,37	<b>100,00</b>

Plazo Total 120 días

Son: Cuatrocientos Veinte Mil Novecientos Diecisiete con 87/100 dólares

Egdo. Civil Dario Moposita  
ELABORADO

Puyo, 25 de Julio del 2011

La metodología se utilizara para evaluar los diferentes problemas en la construcción vial y se acomodaran a las metas de tesis.

La metodología del plan orientada a identificar y evaluar los problemas en la construcción vial se ajusta a los objetivos.

Para la identificación correcta del problema se hizo partícipe los actores directos de la localidad.

## **6.8 ADMINISTRACIÓN**

El control, la administración y el mantenimiento del proyecto, están a cargo del Consejo Provincial de Pastaza el mismo que deberá designar el personal adecuado y los recursos pertinentes para su correcto funcionamiento.

## **6.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- ✓ Realizado el estudio de tráfico determinamos que el proyecto tendrá una vía de clase IV y para el diseño se tomó en cuenta todas las especificaciones del MOP para este tipo de vía.
- ✓ Con la topografía se verificó que el terreno era irregular y con grandes extensiones de monte espeso que hará más difícil realizar el rubro de Desbroce, desbosque y limpieza.
- ✓ Terminado el diseño geométrico de la vía llegamos a tener en el proyecto horizontal 29 curvas, y en el proyecto vertical 36 curvas entre curvas verticales cóncavas y convexas.

- ✓ Con las curvas de masas que nos arrojó el programa, concluimos que tendremos un volumen de corte de 150.467,96 m<sup>3</sup>, y un volumen de relleno de 27.561,27 m<sup>3</sup> en todo el proyecto.
- ✓ Con los volúmenes determinados, realizamos el análisis de precios unitarios y el proyecto tendrá un costo de 408.747,09 dólares.

## RECOMENDACIONES

- ✓ 1.- Para la ejecución de este proyecto se deberá hacerlas en los meses más favorables para la construcción que están correspondientes entre Julio y Febrero, en los cuales se puede efectuar toda clase de obras. En los meses restantes se podría realizar algunos trabajos de infraestructura pero con ciertas limitaciones, debido a las fuertes lluvias características de la región.
- ✓ 2.- Como parámetros importantes de diseño geométrico vertical, la subrasante se la ubicará en lo posible a un nivel más bajo que el suelo natural, con el fin de desalojarla capa superficial que en la mayoría de los casos está constituida de arcilla semiexpansiva, como se especifica en la sección típica del diseño.
- ✓ 3.- Para que el proyecto cumpla con el cronograma de trabajo se recomienda realizar un campamento de personal y maquinaria en un lugar cercano al proyecto, ya que la distancia para transportar a los mismos es demasiado grande.
- ✓ 4.- La entidad contratada que lleve a cabo la construcción de este proyecto se rija al diseño que se presenta en este trabajo de investigación ya que esta estrictamente basado al las Normas De Diseño Geométrico del MOP.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- CAMINO, Jeaqueline. (2005). Manual de elaboración del perfil de proyecto y estructura del informe final de investigación.
- 2.- BUSTAMANTE, Fernando (1996). Estructura de vías Terrestres. Segunda Edición. (Cuarta reimpresión). Editorial Continental. México.
- 3.- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (2002). Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y puentes. Departamento de Publicaciones. Quito.
- 4.- REYES, Fredy. (2003). Diseño racional de Pavimentos. Editorial ceja. Bogotá
- 5.- CHOCONTÁ, Pedro. (2002). Diseño Geométrico de Vías. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia.
- 6.- CARDENAS, Jasnes. (2002). Diseño Geométrico de Carreteras. Editorial Ecoe. Bogotá.
- 7.- NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO 2003 - MOP

## **ANEXOS**

- 1.- Fotografías de trabajos de Campo
- 2.- Análisis de Precios unitarios
- 3.- Planos de Diseño Horizontal y Vertical

## FOTOGRAFIAS DE TRABAJOS EN EL CAMPO



Levantamiento de la faja topográfica con estación total en la cota inicial del proyecto



Trazado de la línea de bandera, abriendo trocha para avanzar con la topografía.



Desbroce del monte para abrir la trocha por donde se va avanzando con el levantamiento de la faja topográfica.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

PROYECTO: VIA NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD  
RUBRO: Desbroce, desbosque y limpieza  
UNIDAD: Ha  
ITEM: 1  
FECHA: 25 de Julio del 2001

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					5,90
Excavadora sobre oruga	1,00	35,00	35,00	8,000	280,00
Motosierra 7 HP	1,00	3,00	3,00	8,000	24,00

SUBTOTAL M 309,90

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador 1	OPC1	1,00	2,56	2,56	8,000	20,48
Ayudante de maquinaria	EO E2	1,00	2,44	2,44	8,000	19,52
Peón	EO E2	4,00	2,44	9,76	8,000	78,08

SUBTOTAL N 118,08

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
				0,00

SUBTOTAL O 0,00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
				0,00

SUBTOTAL P 0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		427,98
INDIRECTOS Y UTILIDADES	25,00	107,00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>534,98</b>

OBSERVACIONES:  
SON: QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO DÓLARES CON NOVENTA Y OCHO CENTAVOS

Egrdo. Civil Dario Moposita  
ELABORADO

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

**PROYECTO:** VIA NUEVA ESPERANZA - LA LIBERTAD

**RUBRO:** Replanteo y nivelación a nivel de mejoramiento

**UNIDAD:** km

**ITEM:** 2

**FECHA:** 25 de Julio del 2011

**ESPECIFICACIONES:** Topografía

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					4,93
Equipo Topografico	1,00	20,00	20,00	10,000	200,00

**SUBTOTAL M**

204,93

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Topógrafo 1	EOC2	1,00	2,54	2,54	10,000	25,40
Cadeneros	EOE2	3,00	2,44	7,32	10,000	73,20

**SUBTOTAL N**

98,60

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Estacas de madera	u	60,000	0,11	6,60
Pintura esmalte	lt	0,200	10,44	2,09

**SUBTOTAL O**

8,69

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>

**SUBTOTAL P**

0,00

**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**

312,22

**INDIRECTOS Y UTILIDADES**

25,00

78,06

**COSTO TOTAL DEL RUBRO**

**390,28**

OBSERVACIONES: A nivel de mejoramiento

SON: TRESCIENTOS NOVENTA DÓLARES CON VEINTE Y OCHO CENTAVOS

Egrdo. Civil Dario Moposita

ELABORADO

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

### FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

**PROYECTO:** VIA NUEVA ESPERANZA - LA LIBERTAD

**RUBRO:** Excavación sin clasificar(mov.de tierra)

**UNIDAD:** m3

**ITEM:** 3

**FECHA:** 25 de Julio del 2011

**ESPECIFICACIONES:**

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
Excavadora sobre oruga	1,00	35,00	35,00	0,016	0,56

**SUBTOTAL M** 0,56

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador 1	OPC1	1,00	2,56	2,56	0,016	0,04
Ayudante de maquinaria	EO E2	1,00	2,44	2,44	0,016	0,04

**SUBTOTAL N** 0,08

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
				0,00

**SUBTOTAL O** 0,00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
				0,00

**SUBTOTAL P** 0,00

**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** 0,64

**INDIRECTOS Y UTILIDADES** 25,00 0,16

**COSTO TOTAL DEL RUBRO** **0,80**

OBSERVACIONES:

SON: OCHENTA CENTAVOS DE DÓLAR

Egrdo. Civil Dario Moposita

ELABORADO

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

PROYECTO: VIA NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD

RUBRO: Material petreo de mejoramiento( minada , cargada y .regada)

UNIDAD: m3

ITEM: 4

FECHA: 25 de Julio del 2011

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO/HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
Tractor de carril D4	1,00	30,00	30,00	0,020	0,60
Cargadora John Deere	1,00	19,14	19,14	0,020	0,38

\*\*\*\*\*

SUBTOTAL M 0,98

<i>MANO DE OBRERA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO/HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador 1	OPC1	1,00	2,56	2,56	0,020	0,05
Ayudante de maquinaria	EO E2	1,00	2,44	2,44	0,020	0,05
Operador 1	OPC1	1,00	2,56	2,56	0,020	0,05

\*\*\*\*\*

SUBTOTAL N 0,15

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Explotación de material petreo	m3	1,200	1,50	1,80

\*\*\*\*\*

SUBTOTAL O 1,80

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>

\*\*\*\*\*

SUBTOTAL P 0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 2,93

INDIRECTOS Y UTILIDADES 0,73

COSTO TOTAL DEL RUBRO 3,67

OBSERVACIONES:

SON: TRES DÓLARES CONTRA TRECE CENTAVOS

Egrdo. Civil Dario Moposita

ELABORADO

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

**PROYECTO:** VIA NUEVA ESPERANZA - LA LIBERTAD

**RUBRO:** Transporte material petreo de mejoramiento

**UNIDAD:** m3-km

**ITEM:** 5

**FECHA:** 25 de Julio del 2011

**ESPECIFICACIONES:**

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
Volquete	1,00	19,00	19,00	0,009	0,17

**SUBTOTAL M** 0,17

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Chofer	TCD1	1,00	3,64	3,64	0,009	0,03

**SUBTOTAL N** 0,03

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
				0,00

**SUBTOTAL O** 0,00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
				0,00

**SUBTOTAL P** 0,00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		0,20
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	25,00	0,05
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		0,25

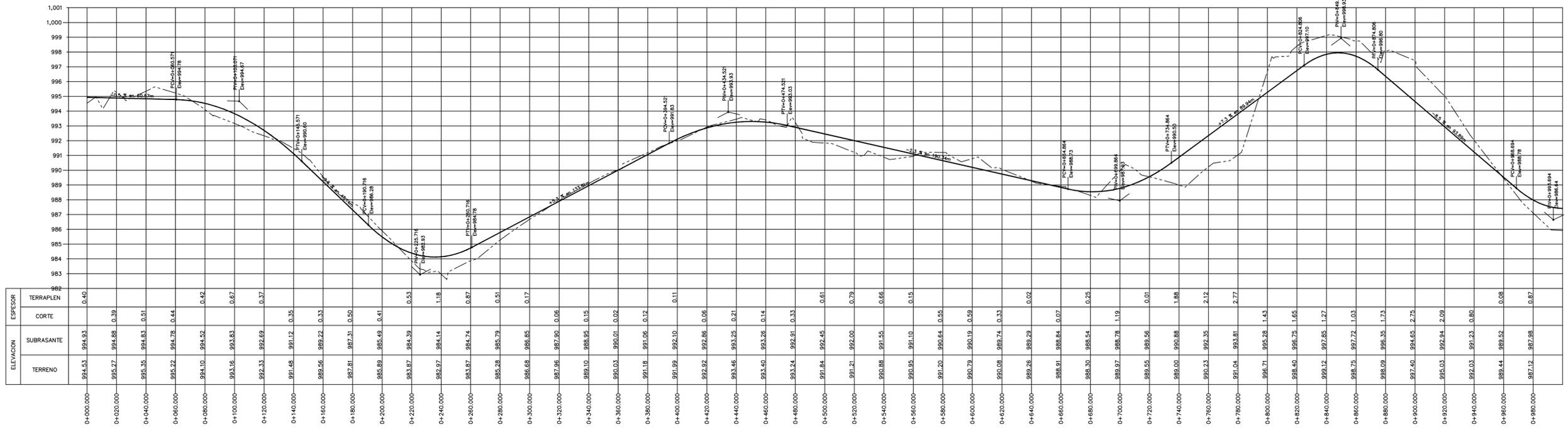
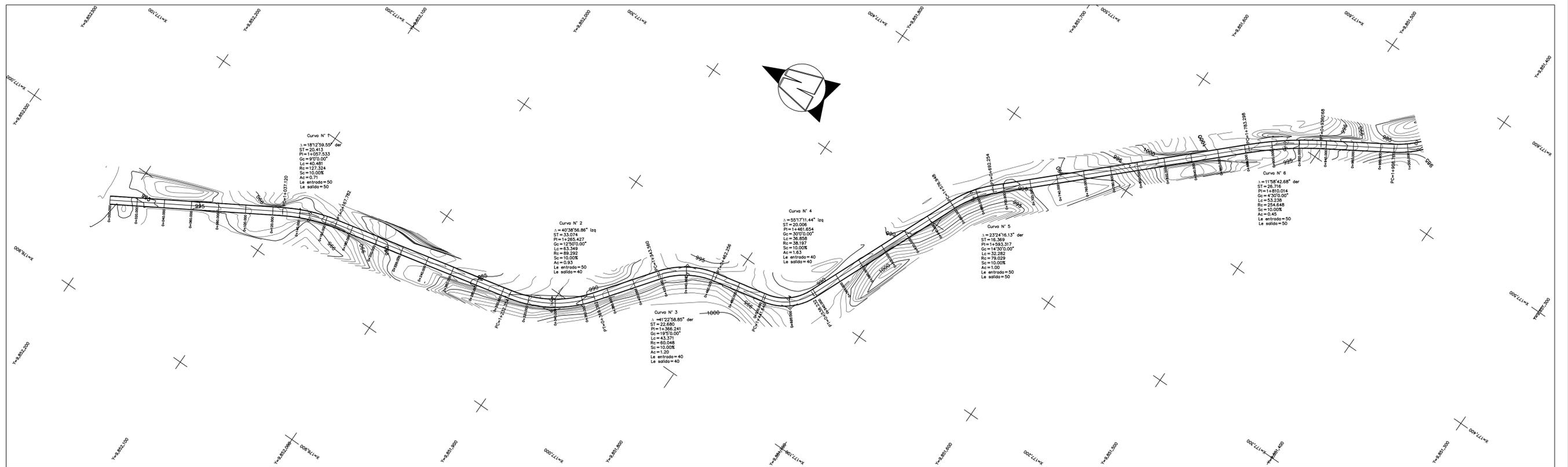
**OBSERVACIONES:**

SON: VEINTE Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR

Egrdo. Civil Dario Moposita

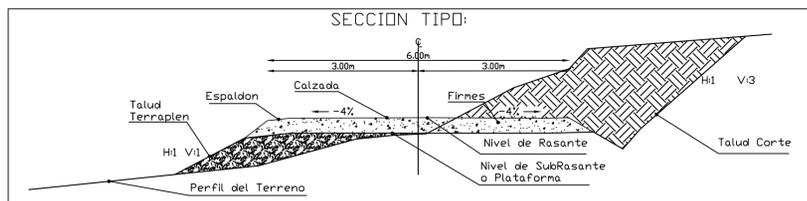
ELABORADO

# PLANOS DEL PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL



NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD

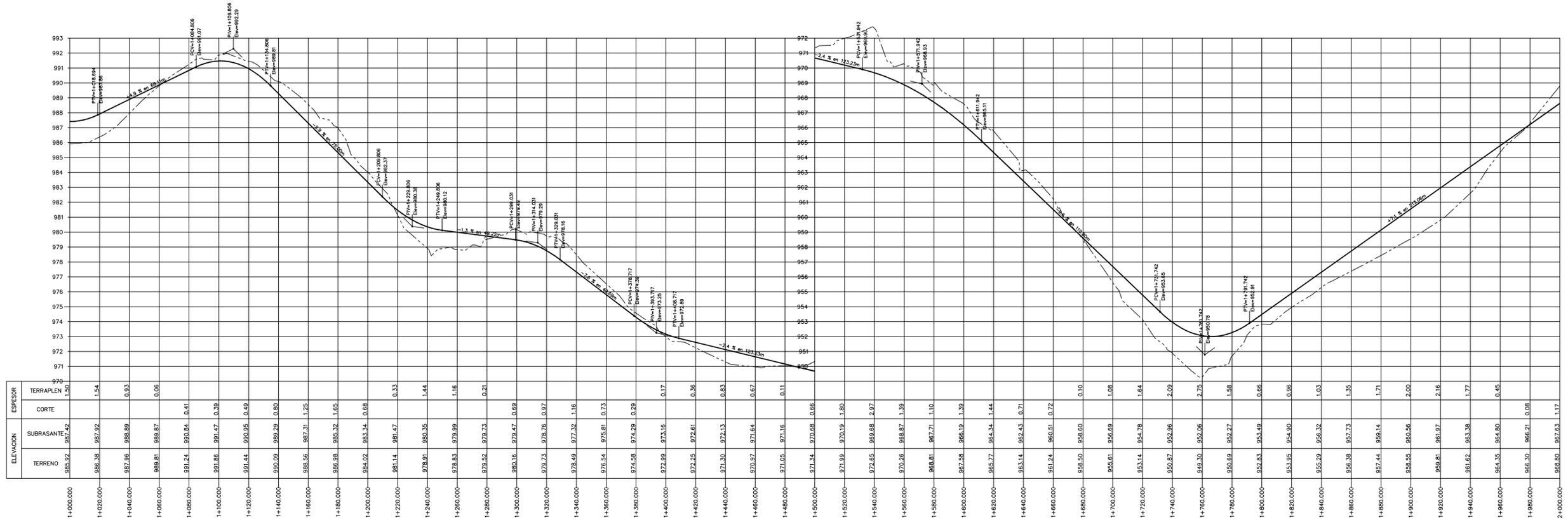
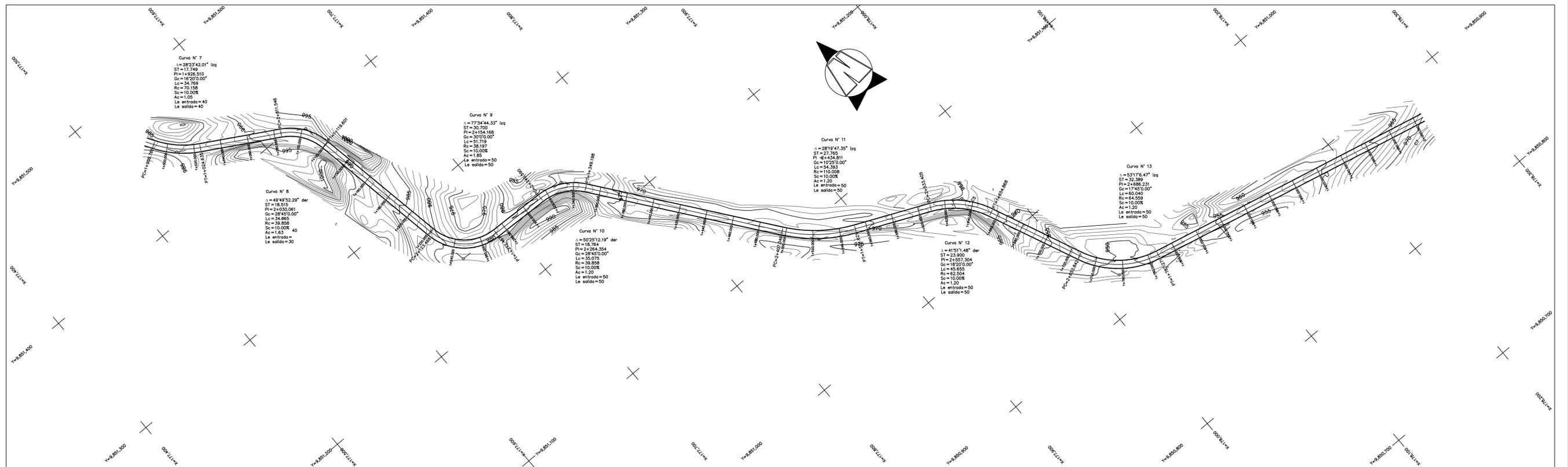
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100  
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 150,467,96m<sup>3</sup>  
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -27,561,27m<sup>3</sup>



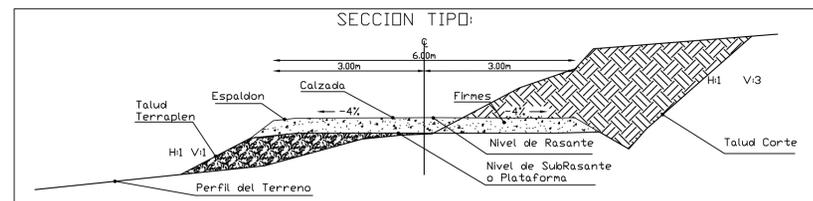
DATOS DE DISEÑO			
VELOCIDAD DE DISEÑO	40 Km/h	TIPO	IV ORDEN
Descripcion	Ancho (m)	Alto (m)	Pendiente (%)
Calzada a/2	3	Variable	2 - 8
Cuneta	0,50	0,25	-8
Plataforma	1,05	0	8
Talud Relleno	Variable	Variable	1 : 1
Talud Corte	Variable	Variable	0,33 : 1

ALCANTARILLAS:		SIMBOLOGIA:	
En Planta:		DISEÑO EN PLANTA	
En Perfil:		CURVAS DE NIVEL	
PUENTES:		DISEÑO VERTICAL	
En Planta:		Perfil del terreno:	
En Perfil:		Perfil de rasante:	
Norte:		PIV - Elev : Abscisa Pcv - Elev : Ptv - Elev :	
		PI definitivo: <input type="checkbox"/> BM cada REF. <input type="checkbox"/> Poste de elec. <input type="checkbox"/>	
		PI preliminar: <input type="checkbox"/> Referencias <input type="checkbox"/> Casas <input type="checkbox"/>	

<b>WP &amp; GTURCF 'V' EP KEC'FG'CO DCVQ</b> <b>HCEVNVCF'G'RI GP'GTIC'E'K'IN' 'O'GE'f'PEC''</b>			
PROYECTO:	OP-10	FECHA:	JULIO 2011
CONTIENE:	PROYECTO HORIZONTAL - VERTICAL Y DETALLES	PROVINCIA:	PASTAZA
CLASE:	TIPO IV	FECHA:	1 DE 5
TITULO: _____		REG. DEL CIVIL: DAREM MORAITA	



NUEVA ESPERANZA - LIBERTAD  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100  
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 150,467 m<sup>3</sup>  
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -27,561 m<sup>3</sup>



DATOS DE DISEÑO			
VELOCIDAD DE DISEÑO	40 Km/h	TIPO	IV ORDEN
Descripcion	Ancho (m)	Alto (m)	Pendiente (%)
Calzada a/2	3	2 - 8	Peralte
Cuneta	0.50	0.25	HS - V4
Plataforma	1.05	0 - 8	Peralte
Talud Relleno	Variable	Variable	1 : 1 HI : V1
Talud Corte	Variable	Variable	0.33 : 1 HI : V3

ALCANTARILLAS:		SIMBOLOGIA:	
En Planta:		DISEÑO EN PLANTA	
En Perfil:		CURVAS DE NIVEL	
En Planta:		DISEÑO VERTICAL	
En Perfil:		Perfil del terreno:	
Norte:		Perfil de rasante:	
		PIV - Elev :	
		Abscisas Pcv - Elev :	
		Ptv - Elev :	
		PI definitivo: <input checked="" type="checkbox"/> BM cada REF. <input type="checkbox"/> Poste de elec. <input type="checkbox"/>	
		PI preliminar: <input type="checkbox"/> Referencias <input type="checkbox"/> Casas <input type="checkbox"/>	

**WP & GTURCF 'V' EP KEC'FG'CO DCVQ**  
**HCEVNVCF'G'RI GP'GTIC'E'K'IN' 'O'GE'P'EC''**

PROYECTO: OUVW08/A/080-UAD080K 08-W083000008-Z0880000080808  
 CONTENIENE: PROYECTO HORIZONTAL - VERTICAL Y DETALLES

CLASE: TIPO IV  
 LONGITUD TOTAL: 1+000.00  
 HASTA: 2+000.00

EEFP P.: SANTA CLARA  
 PROVINCIA: PASTAZA

FECHA: JULIO 2011

2 DE 5

TITULO: \_\_\_\_\_

ING. VICTOR HUGO FABARA

EGEO. ING. CIVIL DARIUS MORALES





