



## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de la Carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, Distrito de Mache,  
Provincia Otuzco, Departamento La Libertad”

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

AUTOR:

Miñano Alayo, Medalith Beatriz

ASESOR:

Cornejo Rodriguez, Sheyla

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2017

## **DEDICATORIA.**

Mi proyecto, es dedicado, con todo cariño y respeto a mi querida abuela Margarita Siccha, por estar a mi lado, siempre ayudandome , aunque aveces hemos pasado momentos dificiles, siempre me ha brindado su apoyo incondicional.

A mi amada hija Arianna por ser mi fuente de lucha , para poder superarme cada día.

A mi querida madre Yaniré Alayo y mi hermana Cecilia, quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para así poder cumplir mi meta.

A mis compañeros y amigos, quienes compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante el periodo de preparación universitaria estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo de tesis, primeramente quiero agradecerte a ti Dios, por bendecirme y ayudarme para concretar esta meta. Asi mismo a la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. A mi asesora de tesis, Ing. Cornejo Rodriguez, Sheyla, por su apoyo en cuanto a sus conocimientos. También, agradecer a los docentes que durante toda mi carrera profesional, han aportado en mi formación académica, y en especial a los docentes: El Ing. Torres Tafur, Benjamín, por instruirme en cuanto a todo el estudio Topográfico de mi proyecto. Asi mismo al docente de Tesis el Ing. Ramírez Muñoz, Carlos Javier, por la guía brindada en todo el periodo de investigación y desarrollo del Proyecto.

A todas aquellas personas que han formado parte de mi vida profesional, por darme su amistad, apoyo, consejo y ánimo, sin importar donde se encuentren quiero agradecerles de todo corazón.

Muchas gracias a todos.

## RESUMEN

El estudio de la presente tesis se basa fundamentalmente en el diseño de la carretera en apertura, nombrada “Diseño de la Carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, Distrito de Mache – Provincia de Otuzco – Departamento de La Libertad”. El tiempo de la investigación fue de cuatro meses, y su desarrollo fue de cinco meses, para este estudio se tomó referencias de otros proyectos de la Municipalidad de Mache, así como se tomaron en cuenta el Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. Sección Suelos y Pavimentos, el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC, Manual de Diseño de Carreteras, de Bajo Volumen de Tránsito y Manual de Carreteras (DG - 2014). Este estudio no tiene muestra, la población es la carretera a diseñar. Los instrumentos utilizados fueron equipo topográfico e instrumentos de recolección de muestras de suelos. Se realizó el estudio topográfico, estudio de suelos, estudio hidrológico, que permitió hacer el diseño de cunetas y alcantarillas, diseño geométrico de la carretera, por último el presupuesto General del proyecto, con un monto de s/. 1 281 754.95

**Palabras Clave:** Diseño de carretera, la topografía, estudio de suelos, estudio Hidrológico, presupuesto.

## ABSTRAC

The study of show it(subj) thesis the Carretera Cruce Huamanmarca - Loma Linda, Diseño is based on fundamentally the design of the road in opening, nominee - The Libertad Department - Otuzco Province Pretty Hill, Mache's Distrito -. the investigation's time became of four months, and it was his development of five months, in order to this study references of the Municipality's another projects took I crush (subj), the same way that they took into account Carreteras Suelos's, Geología's, Geotecnia's Manual And Pavimentos. Section Suelos and Pavimentos, Hidrología's Manual, Hidráulica and Drenaje - MTC, the Manual prop Carreteras's Diseño paved of Low Volumen in transit and Carreteras Diseño Geométrico's Manual (DG - 2014). This study does not have sign, the population is the road to lay plans. The instruments utilizados were topographic team and instruments collecting of grounds signs. Hidrológico, that he permitted to make the design of curbs and sewers, design geometric of the road, Accomplished the topographic study, grounds study, study himself finally the General budget of the project, with s/.1 281 754.95

**Keywords:** Road design, topography, soil study, hydrological study, budget.

**“DISEÑO DE LA CARRETERA CRUCE HUAMANMARCA – LOMA LINDA,  
DISTRITO DE MACHE – PROVINCIA DE OTUZCO – LA LIBERTAD”**

**ÍNDICE**

**I. INTRODUCCIÓN**

1.1 Realidad Problemática.....	12
1.2 Trabajos Previos.....	12
1.3 Teorías Relacionadas al Tema.....	15
1.4 Formulación del Problema.....	20
1.5 Justificación.....	20
1.6 Hipótesis.....	21
1.7 Objetivos.....	21
1.7.1 Objetivo General.....	21
1.7.2 Objetivos Específicos.....	21

**II. MÉTODO**

2.1 Diseño de Investigación.....	22
2.2 Variables, Operacionalización.....	22
2.2.1 Identificación de Variables.....	22
2.2.1.1 Variable.....	22
2.2.1.2 Definición.....	22
2.2.1.3 Definición Operacional.....	22
2.2.1.4 Dimensiones de la Variable.....	22
2.2.2 Operacionalización de Variables.....	24
2.3 Población y Muestra.....	25
2.4 Técnicas de Correlación de Datos.....	25
2.5 Método de Análisis de Datos.....	25
2.6 Aspectos Éticos.....	25

**III. CARACTERÍSTICAS LOCALES**

3.1 Características Locales.....	26
3.1.1 Ubicación.....	26
3.1.1.1 Ubicación Política.....	26
3.1.1.2 Región Geográfica.....	28
3.1.1.3 Ubicación Geográfica.....	28
3.1.2 Extensiones y Limitaciones.....	28
3.1.3 Accesibilidad.....	28

3.1.4	Climatología.....	29
3.1.5	Suelos.....	30
3.1.6	Flora.....	30
3.1.7	Fauna.....	30
3.2	Aspectos Sociales.....	30
3.2.1	Población Beneficiada.....	30
3.2.2	Infraestructura y Servicios.....	32
3.2.2.1	Agua Potable y Desagüe.....	32
3.2.2.2	Electricidad.....	32
3.2.2.3	Salud.....	32
3.2.2.4	Vivienda.....	33
3.3	Aspectos Económicos.....	34
3.3.1	Agricultura.....	34
3.3.2	Ganadería.....	35
3.3.3	Comercio.....	35
3.3.4	Turismo.....	35

#### **IV. TOPOGRAFÍA**

4.1	Situación Actual del Tramo.....	36
4.1.1	Recopilación de Información.....	36
4.1.2	Descripción de la Ruta.....	36
4.2	Generalidades.....	36
4.3	Reconocimiento del Terreno.....	36
4.4	Ubicación de Puntos.....	37
4.4.1	P. Inicial.....	37
4.4.2	P. Final.....	37
4.5	Levantamiento Topográfico.....	37
4.5.1	Equipo Utilizado.....	37
4.5.2	Personal.....	38
4.5.3	Materiales.....	38
4.6	Poligonal Abierta.....	38
4.7	Control Topográfico.....	39
4.7.1	Control Horizontal.....	39
4.7.2	Control Vertical.....	39
4.8	Trabajo de Gabinete.....	40
4.8.1	Procedimiento de Información de Campo.....	40
4.8.2	Cálculo de Coordenadas UTM de la Poligonal Básica.....	40
4.8.3	Compensación.....	41
4.8.4	Cálculo de Coordenadas Planas.....	42
4.8.5	Trazo de la Poligonal Base de Apoyo.....	42

4.9	Escalas para Planos.....	42
4.10	Cuadro de BMs.....	44
4.11	Resultado de los Cálculos.....	44
4.11.1	Cálculo de Poligonal.....	45
4.11.2	Cálculo de elementos de Curva.....	46
4.11.3	Cálculo de PC y PT.....	46
4.11.4	Cálculo de Progresivas.....	47
<b>V.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERA</b>	
5.1	Generalidades.....	48
5.1.1	Nombre del Proyecto.....	48
5.1.2	Plan de Trabajo.....	48
5.1.2.1	Trabajo de Campo.....	49
5.1.2.2	Trabajo de Laboratorio.....	49
5.2	Trabajos Realizados en Campo.....	49
5.2.1	Descripción.....	49
5.2.2	Determinación de Número de Calicatas y su Ubicación.....	49
5.2.2.1	Número de Calicatas.....	49
5.2.2.2	Ubicación.....	50
5.3	Ensayos y Pruebas en Laboratorio.....	52
5.3.1	Descripción de las Calicatas.....	53
5.3.2	Conclusiones de los Ensayos de las Calicatas.....	56
5.4	Estudio de Cantera.....	56
5.4.1	Método a Utilizar.....	56
5.4.2	Identificación de la Cantera.....	57
5.4.3	Distribución y Ejecución de las Calicatas en la Cantera.....	57
5.4.4	Tipos de Ensayo a Ejecutar.....	57
5.4.5	Resultados de los Ensayos de Cantera.....	59
5.5	Conclusión.....	60
<b>VI.</b>	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO, DRENAJE Y OBRAS DE ARTE</b>	
6.1	Generalidades.....	61
6.1.1	Antecedentes.....	61
6.1.2	Objetivos del Estudio.....	61
6.1.3	Alcances.....	61
6.1.4	Ubicación.....	62
6.1.5	Descripción General de la Zona de Estudio.....	62
6.1.5.1	Hidrografía.....	62
6.2	Drenaje Superficial.....	63



6.2.1	Finalidad del Drenaje Superficial.....	63
6.2.2	Criterios Funcionales.....	63
6.2.3	Periodo de Retorno.....	64
6.2.4	Riesgo de Obstrucción.....	66
6.2.5	Daños Debido a la Escorrentía.....	66
6.2.6	Daños en el Elemento de Drenaje Superficial.....	67
6.2.7	Daños no Catastróficos a Terceros.....	67
6.2.8	Hidrología y Cálculos Hidráulicos.....	68
6.2.9	Precipitación Máxima Diaria.....	68
6.3	Drenaje Transversal.....	69
6.3.1	Aspectos Generales.....	69
6.3.2	Alcantarillas de paso.....	69
6.4	Drenaje de Longitud.....	71
6.4.1	Cunetas.....	71
6.5	Resultado de los cálculos.....	74
6.5.1	Dimensiones de las cunetas.....	74
6.5.2	Cálculo de capacidad de cunetas.....	74
6.5.3	Diámetros de alcantarillas de Paso.....	75

## **VII. DISEÑO GEOMÉTRICO**

7.1	Generalidades.....	76
7.2	Normatividad.....	76
7.3	Estudio de Tráfico.....	76
7.3.1	Generalidades.....	76
7.3.2	Metodología.....	77
7.3.3	Conteo de Tráfico Vehicular.....	78
7.3.4	Factor de Corrección Estacional.....	79
7.3.5	Estudio Volumétrico y Tramos Homogéneos.....	79
7.3.6	Análisis de la Estación.....	80
7.3.7	Tráfico Total.....	81
7.3.8	Eje Equivalente.....	81
7.3.9	Clasificación de Vehículo de Diseño.....	84
7.4	Clasificación de las Carreteras.....	84
7.4.1	Clasificación por Demanda.....	84
7.4.2	Clasificación por Orografía.....	85
7.5	Criterios Básicos para el Diseño Geométrico.....	86
7.5.1	Velocidad de Diseño.....	86
7.5.2	Distancia de Visibilidad.....	88
7.5.2.1	Visibilidad de Parada.....	88
7.5.2.2	Visibilidad de Adelantamiento.....	88

7.6	Diseño Geométrico en Planta, Perfil y Secciones Transversales.....	89
7.6.1	Diseño Geométrico en Planta.....	89
7.6.1.1	Consideraciones de Diseño.....	89
7.6.1.2	Tramos en Tangente.....	91
7.6.1.3	Curvas Circulares.....	92
7.6.1.3.1	Elementos de la Curva.....	92
7.6.1.3.2	Radios Mínimos.....	92
7.6.1.3.3	La relación del peralte, Radio y Velocidad .....	93
7.6.1.4	Curvas de Transición.....	94
7.6.1.4.1	Dimensiones de Curvas de Transición.....	95
7.6.1.5	Transición de Peralte.....	97
7.6.1.6	Sobre Ancho de Calzada en Curvas Circulares.....	98
7.6.2	Diseño Geométrico en Perfil.....	100
7.6.2.1	Pendiente.....	100
7.6.2.2	Curvas Verticales.....	101
7.6.3	Sección Transversal.....	102
7.6.3.1	Calzada.....	102
7.6.3.2	Berma.....	103
7.6.3.3	Bombeo.....	104
7.6.3.4	Peralte.....	105
7.6.3.5	Taludes.....	105
7.7	Diseño de Pavimento.....	107
7.7.1	Normativa.....	107
7.7.2	Metodología de Diseño.....	107
7.7.3	Tipo de estructura para Pavimento Flexible.....	109

## **VIII. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

8.1	Generalidades.....	113
8.2	Objetivos.....	113
8.3	Marco Legal.....	113
8.4	Descripción del Proyecto.....	114
8.4.1	Características Actuales.....	114
8.5	Acciones Humanas del Proyecto.....	114
8.6	Área de Influencia del Proyecto.....	115
8.7	Metodología para la Identificación de Impactos.....	115
8.8	Descripción de los Impactos Ambientales.....	119
8.9	Medidas de Control.....	120
8.10	Plan de Abandono.....	121
8.11	Conclusiones y Recomendaciones.....	121

## **IX. SEÑALIZACIÓN**

9.1 Señales Verticales.....	122
9.1.1.1 Características de las Señales Verticales.....	122

## **X. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

10.1 Conclusiones.....	127
------------------------	-----

## **XI. ANEXOS**

- Resultados del Estudio de Suelos
- Relación de Metrados por Partida
- Presupuesto General
- Análisis de Precios Unitarios
- Precios y Cantidades por Recursos Requeridos por Tipo
- Presupuesto Desagregado
- Programación de Obra

### **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La falta de carretera desde el cruce Huamanmarca, hasta Loma Linda, para los habitantes de esta zona, es de mucha importancia, ya que tienen la necesidad de sacar sus productos, reducir el tiempo para transportarse a sus lugares de trabajo, estudios, centro médico, etc.

Los habitantes de estos caseríos, tienen dificultad para llegar al cementerio de Loma Linda, ya que este se encuentra entre estos dos pueblos, así mismo llegar a los caseríos cercanos como Lluin, Campo bello, también al distrito de Mache, ya que es el único lugar que tiene posta médica, comisaria. Esta situación lleva a que se debe diseñar la vía de acceso de acuerdo a lo que está reglamentado por el MTC (DG-2014).

### **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

Para dar inicio a la investigación del proyecto, se tomó información sobre los proyectos realizados en el Distrito de Mache, así como otros proyectos a nivel de la provincia de Otuzco; Además de la bibliografía que enseña sobre los métodos y experiencias para lograr la comunicación entre pueblos, así ayudar de esta manera a la población a una mejor calidad de vida, del ámbito rural, los cuáles tomaremos como referencia para el estudio de este proyecto:

❖ Municipalidad Distrital de Mache (2014) **“MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE – MACHE – PRIMAVERA- BOLOGNESI PARTE BAJA (RIO CHANGAS), DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD”**. En este proyecto de inversión pública, se realizó “El Mejoramiento de la trocha Carrozable – Mache – Primavera – Bolognesi parte baja (rio Changas), distrito de Mache – Otuzco – La Libertad”, su punto inicial es el distrito de Mache, pasando por los caseríos de Bolognesi parte Baja y su punto final el Rio Changas.

Tratándose del mejoramiento de la carretera vecinal Mache – Primavera – Bolognesi Parte baja, en el tramo descrito y de acuerdo a la necesidad real; los beneficios del proyecto corresponden a los beneficios por ahorro en los costos de operación vehicular incluyendo en el mismo el ahorro por tiempo de viaje, de los beneficiados directamente con el proyecto. Además los beneficios cualitativos que generará el proyecto, los que se toman en cuenta son: Mejora del nivel de transitabilidad en toda la extensión de la carretera, Contribuye a facilitar el acceso a los mercados locales y regionales, Menor tiempo de los usuarios de vehículos para llegar a sus destinos, Reducción de polvo en las zonas aledañas a la carretera, Mejora en la accesibilidad a los caseríos y anexos de la zona de influencia, Mejora la imagen de la carretera y del distrito, Estimular la economía y desarrollo de las localidades beneficiadas.

❖ Municipalidad Distrital de Mache (2014) **“MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE MACHE - RICARDO PALMA-QUINIGÓN, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD”**. En el Proyecto se realizó “El Mejoramiento de la trocha carrozable Mache-Ricardo Palma- Quinigón, distrito de Mache – Otuzco- La Libertad”, su

punto inicial es el distrito de Mache, pasando por los caseríos Ricardo Palma y caserío de Quinigón.

El mejoramiento de la trocha se hizo para mejorar la calidad de vida de la población de la zona de influencia

❖ Urtecho Velazquez, Linder Ivan (2011) **“DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE AFIRMADO, SAN IGNASIO – LA FLORIDA, SINSICAP – OTUZCO – LA LIBERTAD”**. Tesis que contiene Ideas preliminares y conceptos de la topografía de la zona de influencia, que servirán para la realización de los lineamientos y pendientes. Así mismo contiene información sobre las necesidades viales de la población.

❖ Alva & Velazquez (2014) **“ISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS CASERIOS PUEBLO LIBRE – INDEPENDENCIA, DISTRITO DE AGALLPAMPA – OTUZCO – LA LIBERTAD”**. Esta tesis, sirve como referencia para el proyecto en estudio, ya que pertenece a la misma Provincia. Cuenta primeramente con el levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico, estudio de drenaje de la zona, diseño geométrico, pre dimensionamiento de las cunetas, alcantarillas, etc. Finalmente el estudio del Impacto Ambiental abarcando una distancia: De 8.924 km.

### 1.3 TEORÍAS CON RELACIÓN AL TEMA

Para la elaboración del proyecto de investigación se tomó en como guía la información siguiente:

- **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).** “Manual de Carreteras DG – 2014”. Este manual, cuenta con la organización y recopilación de procedimientos y técnicas, que sirven para el diseño vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros. Abarca la información necesaria y los diferentes procedimientos, para la elaboración del diseño geométrico de los proyectos de carreteras, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con la demás normativas vigente sobre la gestión de la Infraestructura vial.
- **Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de La Unidad Minera Lagunas Norte (2014).** Es un estudio de Impacto Ambiental a nivel de las provincias que son cercanas a la minera Barrick, uno de los Distritos cercanos es Mache, perteneciente a la provincia de Otuzco, este estudio fue preparado para Minera Barrick MisquichilcaS.A
- **Manual de Mecánica de Suelos y Cimentaciones; Muelas (2010).** Es un libro donde tiene dos estructuras en dos apartados. Definiendo la Tipología de los impactos y de las evaluaciones de Impacto Ambiental, propone y desarrolla una metodología para la ejecución de Evaluaciones de Impacto Ambiental.

### 1.3.1 Marco Conceptual

Los conceptos que se muestran a continuación, son extraídos del Manual de Carreteras, de la parte de Diseño (DG-2014).

- ❖ **Análisis de Precios Unitarios:** los A.P.U, son precios analizados por cada unidad, además contiene recursos de la mano de obra, materiales, equipos, que son actualizados. **(DG-2014, Pág.320)**
- ❖ **Bermas:** Es una Línea longitudinal (franja), adyacente, así como paralela a la vía, también sirve para que los vehículos, puedan estacionarse, en caso de alguna emergencia.**(DG-2014, Pág.210)**
- ❖ **Bombeo:** Inclinación transversal mínima, que va en tangente, en curvas, en contraperalte y calzadas. Sirve para evacuar las aguas de la superficie de la carretera.**(DG-2014, Pág.214)**
- ❖ **Calzada o Superficie de rodadura:** Se le nombra calzada a la parte, por donde pasan los vehículos, algunas están divididas en carriles, donde cada uno va en diferente dirección. No incluye a la berma. **(DG-2014, Pág.208)**
- ❖ **Cunetas:** Son aquellos canales, ya sea triangulares, rectangulares, etc. Construidos paralelamente al costado de la carretera, que servirá de protección para la capa de rodadura. **(DG-2014, Pág.228)**
- ❖ **Curvas verticales:** Se llaman curvas verticales, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas, para las demás el 2%.**(DG-2014, Pág.194)**
- ❖ **Derecho de Vía o faja de dominio:** La faja de dominio es el ancho, que pertenece a la carretera, a las obras de arte, que serán instaladas, así mismo dicho ancho es variable para un posible ensanche o mejoramiento.**(DG-2014, Pág.26)**



- ❖ **Distancia de visibilidad de parada:** Distancia, mínima, que se necesita, para que un vehículo, pueda detenerse, cuando este viaja a la velocidad de diseño, antes de que este vehículo, llegue a un objetivo inmóvil, durante su trayectoria. **(DG-2014, Pág.108)**
- ❖ **Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento:** Esta distancia, es mínima, así como debe estar disponible, para que el que conduce el vehículo al pasar a otro, que viaja a una velocidad menor, este pueda pasar con seguridad y comodidad, sin que cause daños a otro tercer vehículo, que este viajando en sentido contrario. **(DG-2014, Pág.111)**
- ❖ **Drenaje:** El drenaje, es diseñado con los resultados de los cálculos hidrológicos. Esto se realiza para obras de arte, que pertenecerán al proyecto. Estas pueden ser cunetas, alcantarillas, etc.**(DG-2014, Pág.326)**
- ❖ **Eje:** Es la Línea, que muestra el trazo en planta o también en perfil de una vía. Se trata de un punto específico de una sección transversal. **(DG-2014, Pág.115)**
- ❖ **Índice Medio Diario Anual (IMDA):** Es el conteo de vehículos, calculando el promedio aritmético de los volúmenes diarios, para todos los días del año, de diferentes tipos de vehículos. **(DG-2014, Pág.95)**
- ❖ **Metrados:** Los metrados, son las sumas de cada contenido de las diferentes partidas de un proyecto a realizarse, tanto en forma específica, o también global, precisando su unidad de medida, y sus criterios de formulación.**(DG-2014, Pág.320)**
- ❖ **Pendiente:** Es la inclinación, que tiene una rasante, en sentido de avance.**(DG-2014, Pág.220)**

- ❖ **Peralte:** Es la inclinación, que se muestra en la carretera en forma transversal, ya sea en tramos de una curva, su función será contrarrestar la fuerza.
- ❖ **Presupuesto:** El presupuesto, es aquel que define el costo total de todo proyecto, evaluando, calculando las diferentes partidas. **(DG-2014, Pág.320)**
- ❖ **Radios mínimos:** Son aquellos que son recorridos con su Velocidad de Diseño **(DG-2014, Pág.138)**
- ❖ **Rasante:** Es la línea que une las cotas de un proyecto terminado (vía). **(DG-2014, Pág.35)**
- ❖ **Sección Transversal:** Es un corte vertical, ayuda a definir los volúmenes, ya sea de corte o relleno, de un terreno natural mostrado en planta. **(DG-2014, Pág.204)**
- ❖ **Sobreancho:** Es el ancho adicional calculado, para las curvas, a fin de proporcionar mayor espacio para los vehículos más grandes. **(DG-2014, Pág.174)**
- ❖ **Subrasante:** Es la superficie, ya sea mejorada o natural de una carretera, sobre la cual pasará la capa de pavimento. **(DG-2014, Pág.165)**
- ❖ **Taludes:** Un talud, es aquel que irá diseñado de acuerdo al terreno natural del terreno, este será construido en la parte al costado de la carretera, en la zona de corte, con una inclinación adecuada. **(DG-2014, Pág.222)**
- ❖ **Terraplén:** Es la Parte del movimiento de tierras, que se sitúa sobre el terreno original de la vía. **(DG-2014, Pág.220)**
- ❖ **Tramo:** Es una parte de la carretera, que se encuentra entre dos secciones transversales. **(DG-2014, Pág.221)**
- ❖ **Velocidad en la tangente horizontal:** Para realizar, la verificación en la tangente horizontal, se requiere calcular la

velocidad a la que deben circular los vehículos. **(DG-2014, Pág.103)**

- ❖ **Velocidad específica de la curva vertical:** Es la mayor velocidad, a la que puede conducirse, esto se hace para mayor seguridad, para ello, se elige su longitud y distancia de Visibilidad de parada, Por tanto su velocidad, deberá ser igual a la de la curva horizontal. **(DG-2014, Pág.103)**
- ❖ **Velocidad específica de la tangente vertical:** La velocidad de los elementos de diseño geométricos, deberá ser igual a la velocidad específica que se asignó a los elementos en planta. **(DG-2014, Pág.104)**
- ❖ **Vehículos ligeros:** Depende mucho de la longitud y ancho de cada vehículo. Como referencia se menciona a los vehículos de origen Norteamericano, con dimensiones de: 2.10 m de ancho y 5.80 m de largo. **(DG-2014, Pág.28)**
- ❖ **Vehículos pesados:** Para los vehículos pesados, se consideran los que se muestran en el Reglamento. **(DG-2014, Pág.29)**
- ❖ **Volumen horario de diseño (VHD):** En carreteras y caminos de alto tránsito, es el volumen horario de diseño (VHD). Lo que se determina, para el proyecto, para así evitar congestión vehicular, proporcionar un mejor servicio. **(DG-2014, Pág.97)**

#### **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles serán las características – geométricas, que debería tener “El Diseño de la carretera del Cruce Huamanmarca - Loma Linda, del Distrito de Mache - Provincia de Otuzco – Departamento de La Libertad”?

#### **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

En la actualidad, los pobladores de los caseríos Huamanmarca y Loma Linda, tienen como actividad principal, la agricultura, dedicados en su mayoría al cultivo de papa, maíz, trigo, cebada, ocas, ñuña, lenteja, lo cual se muestra al transitar por estas zonas de cultivo.

Los pobladores usan como medio de transporte moto lineal, que prestan servicio desde el distrito de Mache y el Caserío Campo Bello, también usan animales de carga como burro, caballo.

Con la ejecución del proyecto, será más fácil el acceso a los caseríos Huamanmarca y Loma Linda, los pobladores tendrán mejores condiciones para la venta de sus productos, facilitando el traslado rápido de éstos hacia los centros de comercialización, colocando al agricultor en una condición ventajosa respecto al crecimiento económico; así generando un menor costo de inversión en el proceso de venta de sus cultivos. Del mismo modo la carretera, beneficiará directamente, pues los habitantes podrán transitar y trasladarse en un menor tiempo para llegar a sus centros de trabajo, estudios u otros, atender emergencias en menor tiempo posible, incrementando la calidad de vida y salud a los pobladores, empleando medios de transporte como combi, moto lineal, animales de carga (mulas, caballo), que realizaran su recorrido de manera normal y rápida.

Este proyecto ayudará a elevar la calidad de vida de los pobladores de los caseríos cercanos: Caserío Huamanmarca, Loma Linda, Lluín, así también conocer los lugares Turísticos (Cerro Miramar, Los peroles, etc.),

cooperando así con el desarrollo socio económico a nivel local, regional y nacional.

## **1.6 HIPÓTESIS**

Las características que debe tener el “**DISEÑO DE LA CARRETERA CRUCE HUAMANMARCA – LOMA LINDA, DISTRITO DE MACHE – PROVINCIA DE OTUZCO- DEPARTAMENTO LA LIBERTAD**”, deben ser adecuadas de acuerdo a lo que establece el Manual de Diseño de Carreteras, DG-2014.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 Objetivo General**

Realizar el Diseño de la Carretera “Cruce Huamanmarca- Loma Linda, Distritos de Mache – Provincia de Otuzco – Departamento La Libertad”

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento topográfico para el tramo en estudio.
- Realizar el estudio de Mecánica de Suelos.
- Realizar el estudio Hidrológico de la zona.
- Elaborar el diseño geométrico.
- Elaborar el estudio de Impacto Ambiental.
- Elaborar el Presupuesto General del Proyecto.

## 2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para este proyecto, primeramente para su investigación, se utilizará, el diseño descriptivo. “Diseño de la Carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, Distrito de Mache- Provincia de Otuzco- La Libertad”.

El siguiente esquema, será el que se va a realizar:



### Dónde:

**M:** Lugar donde se realizan los estudios del tramo para el diseño la carretera y cantidad de población que se beneficiará con este proyecto.

**O:** Son datos que se obtienen del estudio, para el proyecto.

## 2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

### 2.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**2.2.1.1 Variable:** “Diseño de la Carretera cruce Huamanmarca –Loma Linda, distrito de Mache- Provincia Otuzco- La Libertad”.

**2.2.1.2 Definición:** Consiste en realizar un diseño, para el trazo de la carretera, con características técnicas, geométricas y estructurales, eje transversal y curvas de nivel.

**2.2.1.3 Definición Operacional:** Esta definición se consigue, mediante el conocimiento obtenido de todas las dimensiones de la carretera. Se muestran a continuación.

**2.2.1.4 Dimensiones de la Variable:**

- **Levantamiento Topográfico:** Operaciones en conjunto para representar una determinada área de un terreno, el cual es realizado, en base a datos obtenidos en el campo (tramo del proyecto) y el posterior procesamiento de la información en diferentes software, que finalmente sirven para obtener perfiles longitudinales y secciones transversales.
- **Estudio de Mecánicas del Suelo:** El Estudio de Suelos permite conocer las características físicas y mecánicas de las muestras de suelo que se extraen de las calicatas, esto nos permitirá reconocer el tipo de sub rasante para el respectivo proyecto.
- **Estudio Hidrológico:** El estudio hidrológico, nos permite obtener las respectivas cuencas, con las cuales se obtendrán los caudales que servirán para el diseño de obras de arte y drenaje, con sus respectivas dimensiones. Esto permitirá el tránsito del agua.
- **Diseño Geométrico de la Carretera:** El Diseño Geométrico nos permite realizar un trazo de la vía, para el alineamiento horizontal y vertical, para lo cual es necesario tomar en cuenta al Manual de Diseño Geométrico DG-2014, el cual indica el diseño de la capa de material granular, así como la Señalización.
- **Estudio de Impacto Ambiental:** El EIA, es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente, que puede verse reflejado en la ejecución de movimiento de tierras, explotación de canteras, etc.
- **Elaboración de Costos y Presupuestos:** Son los cálculos matemáticos que se realizan en base a la cuantificación de los metrados, utilizando costos actualizados.

## 2.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito Mache- provincia de Otuzco- La Libertad	Consiste en realizar un diseño, para el trazo de la carretera, con características técnicas, geométricas y estructurales, eje transversal y curvas de nivel.	Diseño Geométrico de carretera, Estudio de Impacto Ambiental, Diseño de costos y presupuesto.	Levantamiento Topográfico	Trazo Longitudinal	m.s.n.m
				Perfiles Longitudinales	Km,m
				Vista de Planta	m
				Secciones Transversales	m <sup>2</sup>
			Estudio de Mecánica de Suelos	Contenido de Humedad	%
				Óptimo Contenido de Humedad	gr/cm <sup>2</sup>
				Granulometría	%
				Límites de Consistencia	%
				C.B.R	%
				Densidad Máxima	%
			Estudio Hidrológico	Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>
				Precipitaciones	mm/día
				Cuencas	km <sup>2</sup>
				Diseño de Obras de Arte	und
			Diseño Geométrico de la Carretera	Caudales Máximos	m <sup>3</sup> /s
				Elementos: Velocidad directriz, trazo, alineamiento ,perfil longitudinal, secciones transversales	m, Km
				Derecho de Vía	m
				Diseño de Pavimento	cm
			Estudio de Impacto Ambiental	Señalización	und
				Impacto Positivo	+
Elaboración del Análisis de Costos y Presupuestos	Impacto Negativo	-			
	Elaboración del	Metrados	Unid,m,m <sup>2</sup>		
	Análisis de Costos y Presupuestos	Análisis de precios unitarios	s/.		
		Costos Directos	s/.		
		Costos Indirectos	s/.		
		Gastos Generales	s/.		
		Utilidad	s/.		



### **2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para este proyecto, se tiene como población: El “Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, Distrito de Mache – Provincia de Otuzco - Departamento La Libertad”.

### **2.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

- **Técnicas:** Observación
- **Instrumentos:**
  - Equipo Topográfico:
  - Instrumentos de Recolección de Muestras de Suelo

### **2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

Para la obtención de los datos procesados se usarán programas utilizados en este tipo de proyectos, como: AutoCAD, para la presentación de planos, AutoCAD Civil 3D, para la elaboración de planos de la vía. Arcgis, para el estudio Hidrológico. S10 Costos y Presupuestos, para la realización del presupuesto General.

### **2.6 ASPECTOS ÉTICOS**

El presente trabajo, está elaborado, con mucha responsabilidad, seriedad y honestidad. Para beneficiar a los caseríos, como son: Caserío Huamanmarca parte alta y baja y caserío Loma Linda.

### 3.1 CARACTERÍSTICAS LOCALES

#### 3.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA

##### 3.1.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA

Departamento : La Libertad  
 Provincia : Otuzco  
 Distrito : Mache  
 Caserío : Humanmarca -Loma Linda

**FIGURA N°1**

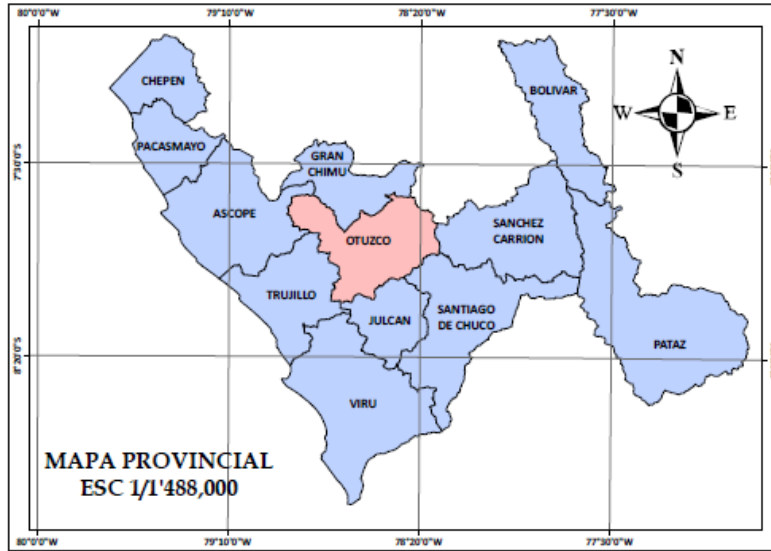
**Ubicación**



**Fuente:** Información Especial del MED-sigmed.minedu.gob.pe

**FIGURA N°2**

**Ubicación Provincial**



**Fuente:** Información Especial del MED-sigmed.minedu.gob.pe

**FIGURA N°3**

**Ubicación Distrital**



**Fuente:** Información Especial del MED-sigmed.minedu.gob.pe

### 3.1.1.2 REGIÓN GEOGRÁFICA

- Zona Sierra

### 3.1.1.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Mache es un distrito que tiene una superficie aproximada de: 37.32 km<sup>2</sup>, Altitud media de: 3300.00 m.s.n.m

## CUADRO N°1

### UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	TRAMO	COORDENADAS	
		NORTE	ESTE
CRUCE HUAMANMARCA	KM 0+00.00	9112235.760	775237.802
LOMA LINDA	KM 2+224.47	9113783.75	775513.372

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.2 EXTENSIONES Y LÍMITES

Norte : Distrito de Agallpampa

Sur : Distrito de Carabamba ( provincia de Julcán )

Oeste : Distrito de Salpo

Este : Distrito de Julcán ( provincia de Julcán )

### 3.1.3 ACCESIBILIDAD

La provincia de Trujillo es el punto de partida, hacia los caseríos de Huamanmarca y Loma Linda, pasando los distritos de Simbal, Poroto, Samne y Agallpampa. Teniendo un recorrido aproximadamente de 119 km.

Los caseríos de Huamanmarca y Loma Linda, pertenecientes al Distrito de Mache, cuentan con dos trochas de acceso en mal estado, estas comunican a los caserios de Campo Bello - Huamanmarca – San Benito, y la otra es un tramo de 500m que une el caserío de LLuin - San Benito y Loma Linda.

## CUADRO N°2

### CUADRO DE DISTANCIAS Y TIEMPO DE RECORRIDO

LOCALIDADES	DISTANCIA KM.	TIEMPO HORAS	TIPO DE VÍA	MEDIO DE TRANSPORTE
Trujillo – Agallpampa		2.35	Asfaltada	Bus
Agallpampa - Campo Bello	15.00	0.20	Asfaltada	Bus
Campo Bello – Cruce Huamanmarca	5.00	0.25	Trocha Carrozable	Vehículo Ligero
Cruce Huamanmarca – Loma Linda	3.5	1.00	Camino de Herradura	Acémila
<b>Total Distancia y Tiempo</b>	<b>119.00</b>	<b>4.20</b>		

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.1.4 CLIMATOLOGÍA

Presenta un clima frío – seco con presencia de sol, el promedio de su temperatura es de 15°C. Se distinguen, las estaciones:

- Verano (mayo - octubre).
- Invierno (de noviembre a abril).

### 3.1.5 SUELOS

Presenta una variedad de tipos de estratos a lo largo de su trayectoria, entre arenas y arcillas cuya identificación es importante para el diseño del proyecto.

### 3.1.6 FLORA

El cultivo de tubérculos

### 3.1.7 FAUNA

Dentro del área se encuentran algunos de los mamíferos habituales de la zona como son: vaca, oveja, mula, caballo, burro, también se pueden encontrar: zorrillos, conejos y ardillas. Así mismo tipos de aves como: Cargachas, y perdices.

## 3.2 ASPECTOS SOCIALES

### 3.2.1 POBLACIÓN BENEFICIADA

**CUADRO N°3**  
**POBLACIÓN DEL DISTRITO DE MACHE**

Población – Censo 1993	Población – Censo 2007
2976	3195

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Mache

**CUADRO N°4**  
**POBLACIÓN DEL DISTRITO DE MACHE**

POBLACIÓN AÑO	2011	861
POBLACIÓN ESTIMADA		
0	2012	861
1	2013	878
2	2014	896
3	2015	914
4	2016	932
5	2017	951
6	2018	970
7	2019	989
8	2020	1009
9	2021	1029
10	2022	1050

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Mache

### 3.2.2 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

#### 3.2.2.1 AGUA POTABLE Y DESAGUE

Parte de los caseríos pertenecientes al proyecto, cuentan con el servicio básico de agua (grifo), otra parte de la población, se abastece mediante piletas. En cuanto al sistema de alcantarillado, solo los colegios cuentan con un sistema de red de desagüe y algunas viviendas en minoría, mientras que el restante de la población cuenta con letrinas.

#### 3.2.2.2 ELECTRICIDAD

Los pobladores de Mache cuentan con red de electrificación en un 90%, por otro lado algunas de las viviendas dispersas como Huamanmarca parte baja y otras más, carecen de este servicio.

#### 3.2.2.3 SALUD

El área en estudio, no cuenta con posta médica, la población se dirige hacia el distrito de Mache para ser atendidos, en caso de emergencia se trasladan hasta el hospital de la Provincia de Otuzco, en un promedio de 2hrs o hasta la ciudad de Trujillo.

#### CUADRO Nº 5

#### VIVIENDAS COLECTIVAS Y OTRO TIPO, POR ÁREA URBANA Y RURAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y TIPO DE VIVIENDA

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	ÁREA URBANA	RURAL
<b>Distrito MACHE (000)</b>	2	2	
<b>Vivienda colectiva</b>			
Hospital, clinica (004)	1	1	
Otro (008)	1	1	
<b>Otro tipo</b>			

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda



### 3.2.2.4 VIVIENDA

Las viviendas en el área del proyecto son de adobe, siendo estas muy vulnerables en épocas de grandes lluvias, sin embargo sus techos son a dos aguas siendo de gran ayuda, pues evita la acumulación.

A nivel de distrito se tiene lo siguiente:

**CUADRO N°6**

**POBLACIÓN TOTAL EN VIVIENDAS PARTICULARES, POR GRANDES GRUPOS DE EDAD, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, Y TIPO DE VIVIENDA PARTICULAR**

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL Y TIPO DE VIVIENDA PARTICULAR	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE EDAD					
		MENOS DE	1 A 14	15 A 29	30 A 44	45 A 64	65 A MÁS
		1 AÑO	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS	AÑOS
<b>Distrito MACHE (000)</b>	<b>3187</b>	<b>54</b>	<b>1028</b>	<b>700</b>	<b>602</b>	<b>498</b>	<b>305</b>
Casa independiente (001)	3182	54	1025	700	600	498	305
Local no destinado para hab.humana (007)	5		3		2		
<b>URBANA (009)</b>	<b>700</b>	<b>16</b>	<b>195</b>	<b>145</b>	<b>127</b>	<b>131</b>	<b>86</b>
Casa independiente (010)	695	16	192	145	125	131	86
Local no destinado para hab.humana (016)	5		3		2		
<b>RURAL (018)</b>	<b>2487</b>	<b>38</b>	<b>833</b>	<b>555</b>	<b>475</b>	<b>367</b>	<b>219</b>
Casa independiente (019)	2487	38	833	555	475	367	219

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

### 3.3 ASPECTOS ECONÓMICOS

#### 3.3.1 AGRICULTURA

Mache está dentro de la clasificación de tierras para agricultura que hace la Oficina de Gestión Ambiental Transitoria Evaluación e información de la Base de datos del INRENA.

Es la segunda actividad principal económica del distrito, que se realiza todavía en forma tradicional. Destacando así la producción de papa, maíz, trigo, cebada, ocas, chocho, quinua, linaza. Estos productos en su mayor parte son transportados al distrito de Mache para su venta a grandes acopiadores, que a su vez distribuyen en los grandes mercados de la costa (Trujillo).

**CUADRO N°7**  
**ESPECIES PRODUCIDAS EN EL DISTRITO DE MACHE**

PRODUCTO	HAS.
TRIGO	2,100.00
CEBADA GRANO	2,020.00
PAPA	1,265.00
ARVEJA	335.00
MAIZ	95.00
AVENA FORRAJERA	97.00
LENTEJA	87.00
CHOCHO	335.00
AVENA GRANO	9.00
ÑUÑA	37.00

LINAZA	7.00
HABA	306.00
OCA	57.00
OLLUCO	57.00
QUINUA	6.00
ALFALFA	7.00
<b>TOTAL</b>	<b>6820.00</b>

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Mache

### **3.3.2 GANADERÍA**

Se destacan los diferentes tipos de la crianza de animales, como: Ganado ovino, vacuno y caprino, así como la crianza de cuyes y algunas aves de corral.

### **3.3.3 COMERCIO**

La actividad comercial en su mayoría son los días domingos, los comerciantes se trasladan hasta el distrito de Agallpampa para luego ir hacia la ciudad de Trujillo, otra fecha donde realizan el comercio es en la festividad de los Carnavales Machinos, los productos que se comercializan son: papa, olluco, maíz, trigo, leche fresca y queso. Así mismo se realiza la venta de madera como: Eucalipto y pino.

### **3.3.4 TURISMO**

Mache cuenta con atractivos turísticos, a media hora del lugar del proyecto, se encuentra el “Cerro Miramar” que bajo él está el distrito de mache, también el “Cerro Los Peroles” y la puya Raymandi. Además de los Carnavales celebrados en el mes de Marzo, con los famosos desfiles de carros alegóricos, así mismo la fiesta patronal en honor a “Cristo Rey” en el mes de Agosto.

## **4.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL TRAMO**

### **4.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

En todo el tramo del proyecto, presenta un camino en malas condiciones, no apto para el tránsito peatonal.

### **4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA RUTA**

El tramo perteneciente al proyecto es: Cruce Huamanmarca - Loma Linda (L=2.224.47km)

La ruta inicia en el cruce Huamanmarca (km 0+000) y termina en el caserío Loma Linda (km 2+224.47), durante el recorrido de este camino se muestra no apto para el tránsito, aún más dificultoso en temporada de lluvia.

## **4.2 GENERALIDADES**

La finalidad, que tiene el estudio topográfico, es de mostrar su geometría de la obra proyectada, tal que esta, será esquematizada a escalas y representada en los planos, para sus respectivos metrados, el cual será valorado posteriormente.

Con el diseño de esta carretera, se estará ayudando a un mejor acceso a los terrenos pertenecientes a los pobladores de estos caseríos y a un mejor tráfico vehicular.

Para el levantamiento del terreno, se usaron equipos como GPS Navegador y una estación Total, con dos prismas.

## **4.3 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

Previamente al levantamiento topográfico, se realizó el reconocimiento del terreno, donde nos muestra las características del terreno por donde transitan los pobladores.

#### **4.4 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS**

Una vez que ya se haya realizado el levantamiento topográfico, el estudio de las muestras, se procederá a determinar los puntos, como son inicial y final así como los puntos que orientarán el trazo de la vía.

##### **4.4.1 PUNTO INICIAL**

Con la primera estación, se tomó las siguientes coordenadas UTM.

- N9112235.76, E775237.802, Altitud 3241.998 m.s.n.m

##### **4.4.2 PUNTO FINAL**

Con la última estación se obtuvo las coordenadas UTM.

- N9113783.75, E775513.372, Altitud 3157.232

#### **4.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Para la realización, se consideró el método combinado, por características que muestra el terreno, el cual consistió en la utilización de una estación total y prismas así como un GPS navegador, con el fin de ubicarse en estaciones que se tenga la mayor visualización para la respectiva radiación (toma de coordenadas), Todo esto se hizo durante todo el tramo, así permitirá definir la geometría del terreno.

La duración del levantamiento topográfico tuvo una duración de 2 días. Con la toma de datos en campo, se procedió al procesamiento de estos y elección del trazo.

##### **4.5.1 EQUIPO UTILIZADO**

- 01 Estación Total
- 02 prismas y un GPS Navegador

#### **4.5.2 PERSONAL**

- 01 Tesista
- 03 ayudantes

#### **4.5.3 MATERIALES**

- 01 Libreta de campo
- 01 Bolígrafo
- 01 Wincha (5 m)

#### **4.6 POLIGONAL ABIERTA**

El levantamiento del tramo, se hizo mediante una poligonal abierta.

La Estación Total fue ubicada en un punto fijo, se tomó como base referencial al norte, ángulo horizontal  $00^{\circ}00'00''$ , posteriormente, se procedió a medir por repetición los ángulos, también distancias.

Una vez que ya se tiene el método ya definido, se pasa a ubicar los PLs, dando prioridad a los puntos de control.

Se tiene en consideración:

- Los Pls, son ubicados para no tener excesivo volumen de relleno. Pues este saldría no eficiente para el proyecto.
- Se evitó el trazo de tangentes largas, para que no presente fatiga para el conductor del vehículo. Así se mantendrá una velocidad directriz.
- Las secciones transversales, presentan más corte que relleno, se hizo por recomendaciones de especialistas en carreteras.
- Se trazó la poligonal, que inició en el cruce Huamanmarca, luego, se midió el azimut. Posteriormente las estaciones en un total de 14, que sirvieron para el levantamiento y toma de 621 puntos.

## 4.7 CONTROL TOPOGRÁFICO

### 4.7.1 C. HORIZONTAL

Este control, se puede determinar, con la ubicación de puntos, puede ser dos o más, siendo estos puntos fijos, donde su posición será determinada de forma horizontal, con una precisión, que será realizada, por medio de la dirección y la distancia.

### 4.7.2 C. VERTICAL

Se partió, con un primer BM, colocándolo al costado de la futura vía y marcándolos en rocas fijas, empleando el método de la nivelación, con esto, se obtuvo las cotas de las diferentes progresivas, para cada PI, así como para los puntos intermedios resaltantes. Todo esto se realizó con una estación total y dos prismas, terminando por cerrar el circuito de la poligonal.

Para dicho proyecto, se utilizó la fórmula indicada (error máximo), considerando un error no mayor de:

$$\text{Error Max. Tolerable} = 0.04 \times K^{1/2}$$

Donde:

$K$  = Longitud Km, de cada circuito.

Siguiendo con:

$$C_c = E_c \cdot D_a / D_t$$

Dónde:

- $C_c$  = Corrección
- $E_c$  = Error cometido.
- $D_a$  = Distancia acumulada (m).



- Dt = Distancia total (m).

Se usaron software como: AutoCAD, para los planos, Civil 3D para la descarga de puntos y realización de plano en planta, perfil, secciones transversales, Obteniendo así las menores pendientes, evitando los excesivos rellenos, los cuales incrementarán el costo del proyecto.

## 4.8 TRABAJO DE GABINETE

### 4.8.1 PROCEDIMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO

Los datos tomados en campo fueron almacenados y procesados en la memoria de la estación total, para su posterior descarga a la computadora.

### 4.8.2 CÁLCULO DE COORDENADAS UTM DE LA POLIGONAL BÁSICA

Con el cálculo de los azimuts, los ajustes para el cierre, hechas las correcciones a los ángulos, posteriormente, se realiza los cálculos de coordenadas planas, con la siguiente:

DN	=	d cosac
DE	=	d senac

Donde:

- ac = Es el azimut plano
- d = Distancia de cuadrícula
- DN = Incremento o desplazamiento del Norte
- DE = Incremento o desplazamiento del Este

El siguiente paso es agregar a las coordenadas de un vértice de inicio, para hallar la del vértice siguiente, se continúa hasta completar toda la poligonal.

Cuando se hace la comparación de las coordenadas, se halla una diferencia, esta diferencia, es el error de cierre, el cual se muestra:

$eN$  = Incremento o desplazamiento del Norte

$eE$  = Incremento o desplazamiento del Este

En el trazo, de la poligonal, se tiene el siguiente error:

	ESTE	NORTE
ERROR	0.35	-0.10

#### 4.8.3 COMPENSACIÓN

La compensación, debe realizarse, mediante la fórmula siguiente:

$$C = d/Sd \times eN \text{ ó } eE$$

Dónde:

$d$  = Distancia de un lado

$Sd$  = Suma de las distancias o longitud de la poligonal

$EN$  = Desplazamiento del Norte

#### **4.8.4 CÁLCULO DE COORDENADAS PLANAS**

El cálculo de estas, necesita de correcciones por factor de escala y la distancia de cuadrículas, previo al cálculo se ha realizado el ajuste del cierre angular de la poligonal para calcular el azimut, de cada lado a partir del punto BM, de acuerdo al procedimiento que se describe anteriormente.

Seguidamente se empieza a diseñar la parte del gabinete tanto la planta, como el perfil longitudinal y secciones transversales. Con todo esto, se procederá al cálculo de relleno y corte (volumen m<sup>3</sup>).

#### **4.8.5 TRAZO DE LA POLIGONAL BASE DE APOYO**

Para este proyecto vial, la poligonal, se nombrará poligonal de apoyo, la cual, servirá para realizar un replanteo a futuro.

Esta poligonal inicia y termina en puntos diferentes, por ende, se llama poligonal abierta, su objetivo es encontrar los PI o vértices.

### **4.9 ESCALAS PARA PLANOS**

En base al plano topográfico y parámetros de diseño geométricos desarrolla luego los planos del proyecto:

- Plano de ubicación.
- Plano de ubicación de carretera.
- Planta y perfil longitudinal
- Perfil Longitudinal del Terreno.

- Escalas en Planos:

Para el Eje Vertical : 1/100

Para el Eje Horizontal: 1/1000

- Secciones Transversales.

- Escala en planos:

Para el Eje Vertical : 1/200

Para el Eje Horizontal: 1/200

Porcentaje de Bombeo: 2.5%.

- Plano de detalles.
- Plano de señalización.
- Plano de Hidrológico

#### 4.10 CUADRO DE BMS

BM	Coordenadas	Cota	Descripción
BM1	9112200 775100	3241.97	ROCA FIJA LADO IZQUIERDO A 130m del eje
BM2	9112600 774900	3214.246	ROCA FIJA LADO IZQUIERDO A 34m del eje
BM3	9113000 774700	3182.211	ROCA FIJA LADO IZQUIERDO A 27m del eje
BM4	9113600 774800	3168.887	ROCA FIJA LADO IZQUIERDO A 68m del eje
BM5	9113700 775300	3163.297	ROCA FIJA LADO IZQUIERDO A 40m del eje

#### 4.11 RESULTADO DE LOS CÁLCULOS

#### 4.11.1 Cálculo de la Poligonal

#### CALCULO DE LA POLIGONAL

##### CALCULO DE ANGULOS

PUNTO	GRAD.	MIN.	SEG.	SENT.
A	332°	46'	40.00"	---
PI 1	27°	28'	54.00"	I
PI 2	28°	23'	16.00"	D
PI 3	39°	25'	54.00"	I
PI 4	28°	22'	58.00"	D
PI 5	46°	38'	08.00"	D

##### CALCULO DE

LADO	DIST.
A - PI 1	312.116
PI 1 - PI 2	260.886
PI 2 - PI 3	399.184
PI 3 - PI 4	378.694
PI 4 - PI 5	510.645
PI 5 - B	384.31
	2245.83

	GRAD.	MIN.	SEG.	GRADOS
AZIMUT	332°	46'	40.00"	332.78

ANGULO	62°	46'	40.00"	62.78
AZIMUT	332°	46'	40.00"	332.78

	ESTE	NORTE
COORDENADAS A	775,237.77	9,112,234.06
COORDENADAS B	774,111.49	9,113,960.95

	ESTE	NORTE
ERROR	0.35	-0.10

PUNTO	LADO	DIST.	SENT.	ANGULO				AZIMUT		PROYECCIONES		COORDENADAS		CORRECCION		PROY. CORR.		COORD. CORR.	
				Grad.	Min.	Seg.	Grad.	GRAD.	RAD.	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
A			---																
	A - PI 1	312.116						332.78	5.81	-142.78	277.55	775,237.77	9,112,234.06	-0.05	0.01	-142.82	277.56	775237.77	9112234.06
PI 1			I	27°	28'	54.00"	27.48					775,095.00	9,112,511.61					775094.95	9112511.62
	PI 1 - PI 2	260.886						305.30	5.33	-212.93	150.74			-0.04	0.01	-212.97	150.75		
PI 2			D	28°	23'	16.00"	28.39					774,882.07	9,112,662.35					774881.98	9112662.37
	PI 2 - PI 3	399.184						333.68	5.82	-176.97	357.81			-0.06	0.02	-177.03	357.83		
PI 3			I	39°	25'	54.00"	39.43					774,705.10	9,113,020.16					774704.95	9113020.20
	PI 3 - PI 4	378.694						294.25	5.14	-345.27	155.55			-0.06	0.02	-345.33	155.57		
PI 4			D	28°	22'	58.00"	28.38					774,359.83	9,113,175.71					774359.62	9113175.77
	PI 4 - PI 5	510.645						322.64	5.63	-309.91	405.85			-0.08	0.02	-309.98	405.88		
PI 5			D	46°	38'	08.00"	46.64					774,049.92	9,113,581.56					774049.63	9113581.65
	PI 5 - B	384.307						369.27	6.44	61.91	379.29			-0.06	0.02	61.85	379.30		
B			O	00°	00'	00.00"	0.00					774,111.83	9,113,960.85					774111.49	9113960.95
		2245.832												-0.35	0.10				

#### 4.11.2 Cálculo de los elementos de Curva

### CÁLCULO DE ELEMENTOS DE CURVAS

Curva N°	ANGULO						R	T	LC	C	E	F	P	SA	LT
	GRAD.	MIN.	SEG.	SENT.	GRAD.	Rad.									
PI 1	27°	28'	54.00"	I	27.48	0.48	200.00	48.91	95.93	95.01	5.89	5.72	2	0.48	8.95
PI 2	28°	23'	16.00"	D	28.39	0.50	200.00	50.59	99.09	98.08	6.30	6.11	2	0.48	8.95
PI 3	39°	25'	54.00"	I	39.43	0.69	200.00	71.67	137.64	134.94	12.45	11.72	2	0.48	8.95
PI 4	28°	22'	58.00"	D	28.38	0.50	200.00	50.58	99.07	98.06	6.30	6.10	2	0.48	8.95
PI 5	46°	38'	08.00"	D	46.64	0.81	200.00	86.21	162.79	158.33	17.79	16.34	2	0.48	8.95

Vd. = 30 Km/h

P(%) = Max 12.00%

S/A (m) = Múlt. 0.30

n = 02 Carril

L = 7.30 m.

CALZADA = 8.00 m.

BOMEQ = -2.60 m.

lpmax = 1.60 m.

#### 4.11.3 Cálculo de PC y PT

### CALCULO DE PC Y PT

N° CURVA	Lado			T	AZIMUT					Proyecciones		Punto	COORDENADAS		
					Grad	Min	Seg	GRAD	RAD	Este	Norte		ESTE	NORTE	
PI1	A	-	PI1	48.91	152°	46'	40"	152.78	2.67	22.37	-43.49	PC	1	775117.32	9112468.13
												PI	1	775094.95	9112511.62
PI2	PI1	-	PI2	48.91	305°	17'	46"	305.30	5.33	-39.92	28.26	PT	1	775055.03	9112539.88
												PC	2	774923.26	9112633.14
PI3	PI2	-	PI3	50.59	125°	17'	46"	125.30	2.19	41.29	-29.23	PI	2	774881.98	9112662.37
												PT	2	774859.55	9112707.71
PI4	PI3	-	PI4	71.67	333°	41'	02"	333.68	5.82	-22.43	45.34	PC	3	774736.72	9112955.96
												PI	3	774704.95	9113020.20
PI5	PI4	-	PI5	71.67	153°	41'	02"	153.68	2.68	31.77	-64.24	PT	3	774639.60	9113049.64
												PC	4	774405.73	9113155.00
PI4	PI3	-	PI4	50.58	294°	15'	08"	294.25	5.14	46.11	-20.77	PI	4	774359.62	9113175.77
												PT	4	774328.92	9113215.97
PI5	PI4	-	PI5	50.58	322°	38'	06"	322.64	5.63	-30.69	40.20	PC	5	774101.95	9113513.13
												PI	5	774049.63	9113581.65
	PI5	-	B	86.21	142°	38'	06"	142.64	2.49	52.32	-68.52	PT	5	774063.52	9113666.73
												PI	5	774049.63	9113581.65

#### 4.11.4 Cálculo de Progresivas

### CALCULO DE PROGRESIVAS

PIS	Distancia		PROGRESIVA			
	Elementos	Dist.				
A		0.00	km. 00+000.00	Km 00	+	00 + 00.00
	A - PI 1	312.12				
PI 1		312.12	km. 00+312.12	Km 00	+	30 + 12.12
	Tan 1	48.91				
PC 1		283.21	km. 00+283.21	Km 00	+	26 + 03.21
	LC 1	95.93				
PT 1		359.14	km. 00+359.14	Km 00	+	34 + 19.14
	PI 1 - PI 2	280.89				
	Tan 1	48.91				
PI 2		571.12	km. 00+571.12	Km 00	+	56 + 11.12
	Tan 2	50.59				
PC 2		520.53	km. 00+520.53	Km 00	+	52 + 00.53
	LC 2	99.09				
PT 2		619.63	km. 00+619.63	Km 00	+	60 + 19.63
	PI 2 - PI 3	399.18				
	Tan 2	50.59				
PI 3		968.23	km. 00+968.23	Km 00	+	96 + 08.23
	Tan 3	71.67				
PC 3		896.55	km. 00+896.55	Km 00	+	88 + 16.55
	LC 3	137.64				
PT 3		1034.20	km. 01+034.20	Km 01	+	02 + 14.20
	PI 3 - PI 4	378.69				
	Tan 3	71.67				
PI 4		1341.22	km. 01+341.22	Km 01	+	34 + 01.22
	Tan 4	50.58				
PC 4		1290.64	km. 01+290.64	Km 01	+	28 + 10.64
	LC 4	99.07				
PT 4		1389.72	km. 01+389.72	Km 01	+	38 + 09.72
	PI 4 - PI 5	510.65				
	Tan 4	50.58				
PI 5		1849.78	km. 01+849.78	Km 01	+	84 + 09.78
	Tan 5	86.21				
PC 5		1763.58	km. 01+763.58	Km 01	+	76 + 03.58
	LC 5	162.79				
PT 5		1926.37	km. 01+926.37	Km 01	+	92 + 06.37
	PI 5 - B	384.31				
	Tan 5	86.21				
B		2224.47	km. 02+224.47	Km 02	+	22 + 04.47



**CAPITULO V****ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERA**

---

**5.1 GENERALIDADES**

En la ingeniería civil, todo proyecto, debe contar con un estudio de suelos, con el propósito de determinar las características de cada estrato, la profundidad a la que se encuentra la napa freática, así como la extracción de muestras, para la identificación de tipo de suelos, obteniendo así el resultado de las propiedades físicas y mecánicas, ya sea en el campo o laboratorio.

El estudio de mecánica de suelos que se muestra a continuación, permite determinar las características del suelo, donde la estructura de pavimento descansará, lo cual es de mucha importancia ya que es el que determinará el diseño del espesor. El análisis además permite determinar su capacidad de soporte (CBR).

El análisis de las muestras, se realizan en el laboratorio de mecánica de suelos, donde se ejecutan los siguientes: Granulometría, Límites de consistencia, humedad natural (se hacen inmediatamente, recién llegadas las muestras), Peso específico, Obtención de la Densidad máxima seca, CBR y óptimo contenido de humedad.

**5.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO**

“Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, Provincia de Otuzco, departamento La Libertad”

**5.1.2 PLAN DE TRABAJO**

Se estableció un plan de trabajo, que consta de lo siguiente:

### **5.1.2.1 TRABAJO DE CAMPO**

Se realizó excavaciones de calicatas, con la utilización de herramientas manuales, extrayendo muestras a un nivel asignado por un profesional, estas son almacenadas en bolsas herméticas, de tal modo de no perder su humedad natural, así como de ser etiquetadas para su identificación.

### **5.1.2.2 TRABAJO DE LABORATORIO**

Consistió en hacer los análisis de las muestras extraídas en campo, mediante ensayos estandarizados, con la finalidad de reconocer las propiedades índices y físicas químicas de cada muestra, correspondiente a un determinado horizonte.

## **5.2 TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO**

### **5.2.1 DESCRIPCION**

El trabajo consistió en hacer pozos de 1.00 x1.00 m, a una profundidad de 1.50 m, estos se realizaron cada 1.00 km, iniciando en el kilómetro cero, por ser un tramo, donde la carretera modelo para el estudio de tráfico tiene un IMD entre 400 y 201 v/día, así mismo teniendo en cuenta que es un tramo de tercera clase.

### **5.2.2 DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE CALICATAS Y SU UBICACIÓN**

#### **5.2.2.1 NÚMERO DE CALICATAS**

El proyecto “Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, Provincia de Otuzco, departamento La Libertad”, se consideraron 03 calicatas, una a cada kilómetro, esto se realizó, según lo indicado en el Manual de Carreteras de Suelos y Pavimentos.

### 5.2.2.2 UBICACIÓN

A continuación se muestra tablas, con descripción de cada calicata.

#### CUADRO N°08

#### NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS, SEGÚN EL TIPO DE CARRETERA

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS
<b>Autopistas: Carreteras de IMDA mayor a 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con una o más carriles.</b>	1.50 m respecto al nivel de su-brasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido.</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido.</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x Km x sentido</li> </ul>
<b>Carreteras duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles</b>	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 4 Calicatas x Km x sentido.</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido.</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x Km x sentido</li> </ul>
<b>Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día de una calzada de dos carriles.</b>	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 calicatas x Km</li> </ul>
<b>Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000 y 401 veh/día de una calzada de dos carriles.</b>	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 calicatas x Km</li> </ul>
<b>Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400 y 201 veh/día de una calzada de dos carriles.</b>	1.50m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 calicatas x Km</li> </ul>
<b>Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA = 200 veh/día, de una calzada.</b>	1.50 m respecto al nivel de sub-rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Calicata x km</li> </ul>

**Fuente:** Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.  
Sección Suelos y Pavimentos. Pág.31

**CUADRO N° 9**  
**NÚMERO DE CBR, SEGÚN TIPO DE CARRETERA**

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Número Mínimo de Calicatas</b>
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor a 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada uno con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> </ul>
Carreteras duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1 Km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000 y 401 veh/día de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1.5 Km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400 y 201 veh/día de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 2 Km se realizará un CBR</li> </ul>
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA = 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3km se realizará un CBR</li> </ul>

**Fuente:** Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.  
Sección Suelos y Pavimentos. Pág 33

**TABLA N°10**  
**NÚMERO DE CALICATAS PARA LA EXPLORACIÓN DE SUELOS**

<b>Calicatas</b>	<b>Kilometraje</b>	<b>Profundidad</b>
C-01	Km 0+00	1.50
C-02	Km 1+00	1.50
C-03	Km 2+200	1.50

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.3 ENSAYOS Y PRUEBAS EN EL LABORATORIO

Las muestras, fueron sometidas a los siguientes estudios:

**TABLA N°11**

#### **ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS**

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE MUESTRA	FIN DEL ENSAYO
<b>Análisis Granulométrico por tamizado</b>	Clasificación	T88	D422	3.0 kg	Con ello se Determina la distribución del tamaño de partículas que tiene el suelo del tramo de la carretera.
<b>Contenido de humedad</b>	Clasificación		D2216	3.0 kg	Se encuentra la cantidad de agua que hay en el suelo estudiado
<b>Limite Líquido</b>	Clasificación	T89	D4318	3.0 kg	Se realiza para hallar el contenido de agua entre los estados: líquido y Plástico
<b>Limite Plástico</b>	Clasificación	T90	D4318	3.0 kg	Se halla el contenido de agua entre los dos estados líquido y plástico
<b>Índice Plástico</b>	Clasificación	T90	D1557	3.0 kg	Determinar el rango de contenido de agua por encima de cual, el suelo está en un estado plástico
<b>Compactación Proctor Modificado</b>	Diseño de espesor	T180	D1557	16.0 kg	Con ello se halla la resistencia del terreno
<b>California Bearing Ratio</b>	Diseño de espesor	T193	D1883	16.0 kg	Hallar la capacidad de carga. Permite inferir el módulo resiliente y el espesor de las capas

**Fuente:** Elaboración Propia utilizando datos del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

### 5.3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CALICATAS

#### ➤ Calicata N° 01 KM.0+00

**C – 1/E- 1, Profundidad: 0 - 1.5 m**

- **Contenido de Humedad: 21.54%**
- **Límites e índices de consistencia:**
  - L. Líquido: 43
  - L. Plástico: 20
  - Ind. Plasticidad: 23
- **Clasificación de la Muestra:**
  - Clas. SUCS: CL
  - Clas. AASHTO: A-7-6(8)
- **Descripción de la Muestra:**
  - SUCS: Arcilla ligera arenosa con grava.
  - AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo arcilloso.

#### ➤ Calicata N° 02 KM.1+00

**C – 2/E- 1, Profundidad: 0 - 1.5 m**

- **Contenido de Humedad: 32.38%**
- **Límites e índices de consistencia:**
  - L. Líquido: 46
  - L. Plástico: 29
  - Ind. Plasticidad: 17
- **Clasificación de la Muestra:**
  - Clas. SUCS: ML
  - Clas. AASHTO: A-7-6(8)
- **Descripción de la Muestra:**
  - SUCS: Limo Arenoso
  - AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo arcilloso.

➤ **Calicata N° 03 KM.2+200**

**C – 3/E- 1, Profundidad: 0 - 1.5 m**

- **Contenido de Humedad:** 40.06%
- **Límites e índices de consistencia:**
  - L. Líquido: NP
  - L. Plástico: NP
  - Ind. Plasticidad: NP
- **Clasificación de la Muestra:**
  - Clas. SUCS: SM
  - Clas. AASHTO: A-4(0)
- **Descripción de la Muestra:**
  - SUCS: Arena Limosa.
  - AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo Limoso.

**TABLA N°12**

**RESUMEN DE RESULTADOS**

ITEM	TIPO DE ENSAYO	UND	C-01	C-02	C-03
			E-01	E-01	E-01
<b>01</b>	<b>GRANULOMETRÍA</b>				
<b>01.01</b>	3/8"	%	83.15	98.42	100
<b>01.02</b>	1/4"	%	81.75	97.75	99.94
<b>01.03</b>	N°04	%	80.50	96.83	99.42
<b>01.04</b>	N°10	%	75.28	87.22	95.13
<b>01.05</b>	N°40	%	66.47	71.22	73.80
<b>01.06</b>	N°60	%	62.37	67.74	64.69
<b>01.07</b>	N°200	%	0.00	0.00	0.00

<b>02</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	21.54	32.38	40.06
<b>03</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>	%	43	46	NP
<b>04</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	%	20	29	NP
<b>05</b>	<b>INDICE PLASTICO</b>	%	23	17	NP
<b>06</b>	<b>CLASIFICACION SUCS</b>		CL	ML	SM
<b>07</b>	<b>CLASIFICACION AASHTO</b>		A-7-6(8)	A-7-6(8)	A-4(0)
<b>08</b>	<b>PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A: ASTM D-1557</b>				
<b>08.01</b>	MAXIMA DENSIDAD SECA AL 100%	Gr/cm3	---	1.810	---
<b>08.02</b>	MAXIMA DENSIDAD SECA AL 95%	Gr/cm3		1.719	
<b>08.03</b>	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	---	12.45	----
<b>08.04</b>	CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	%	---	11.83	---
<b>08.05</b>	CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	%	---	9.88	---
<b>09</b>	<b>NIVEL FREATICO</b>	Mts.	-	-	-

**Fuente:** Elaboración Propia



**TABLA N°13**
**CATEGORÍAS DE SUBRASANTE**

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
S0 : Sub-rasante muy pobre	< 3%
S1 : Sub-rasante pobre	3% - 6%
S2 : Sub-rasante regular	6 - 10%
S3 : Sub-rasante buena	10 - 20%
S4 : Sub-rasante muy buena	20-30%
S5 : Sub-rasante Excelente	> 30%

**Fuente:** Elaboración Propia, utilizando datos del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección Suelos y Pavimentos. Pág 40

**5.3.2 CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS DE LAS CALICATAS**

- El 60 % de suelo a lo largo del tramo, pertenece a un suelo arcilloso, el otro restante pertenece a un suelo limoso.
- El contenido de humedad oscila entre 21.54% <> 40.06%.
- Los resultados del CBR al 100% arrojan entre 9.88 % <> 11.83%, Pero por condiciones de estar entre dos límites S2 y S3, por tanto se considerará como una subrasante regular.

**5.4 ESTUDIO DE CANTERA**
**5.4.1 METODOLOGÍA A UTILIZAR**

- Identificación de la cantera
- Extracción de muestras de calicata
- Colección de muestras de diferentes partes
- Realización de ensayos en laboratorio
- Evaluación de los resultados de la muestras

#### 5.4.2 IDENTIFICACIÓN DE LA CANTERA

La cantera de donde se obtendrán los agregados es:

- **Nombre de la cantera:** Cantera “Loma Linda”
- **Ubicación de la cantera:** Ubicada a 1 km del punto final del tramo proyectado.
- **Forma de explotación:** Utilización de maquinaria como cargadores frontales para extraer el material y volquetes.

Esta cantera fue elegida por varios factores: tipo de material, distancia a la obra, utilizado en el mejoramiento de trochas pertenecientes al caserío Huamanmarca y otras trochas carrozables cercanas a la cantera.

#### 5.4.3 DISTRIBUCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS CALICATAS EN LA CANTERA

Se realizó una calicata en la cantera para determinar las propiedades que posee el material que brindan, con el fin saber si son apropiadas para la utilización durante la ejecución.

#### 5.4.4 TIPOS DE ENSAYO A EJECUTAR

La muestra de cantera, fue sometida a los siguientes ensayos:

**TABLA N°14**
**ENSAYOS REALIZADOS EN LA MUESTRA DE CANTERA**

ENSAYO	NORMA MTC	NORMA ASTM
Análisis Mecánico por Tamizado	MTC E 107	ASTM D-422
Humedad Natural	MTC E 108	ASTM D-2216
Límites de Atterberg	MTC E 110	
Límite Líquido		ASTM D-4318
Límite Plástico	MTC E 111	ASTM D-4318
Índice de Plasticidad	MTC E 111	
Clasificación de Suelos. Método SUCS		ASTM D-2487
Clasificación de Suelos. Método AASHTO	M-145	
Proctor Modificado	MTC E 115	ASTM D-1557
California Bearing Ratio	MTC E 132	ASTM D-1883

**Fuente:** Elaboración Propia

Estos ensayos, fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de Moche, bajo normas de ASTM (American Society For Testing and Materials).

**TABLA N°15**
**RESÚMEN – CANTERA**

DESCRIPCIÓN	UND	CANTERA
<b>Granulometría</b>		
% que Pasa la Malla N°4	%	17.45
% que Pasa la Malla N°200	%	0.00
Límite Líquido	%	NP
Límite Plástico	%	NP
Índice de Plasticidad	%	NP
Clasificación de Suelos “SUCS”	--	GW
Clasificación de Suelos “AASHTO”	--	A-1-a (0)
<b>PROCTOR MODIFICADO: METODO C:</b>		
Máxima Densidad Seca al 100%	Gr/cm3	2.071
Máxima Densidad Seca al 95%	Gr/cm3	1.967
Óptimo Contenido de Humedad	%	4.44
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca	%	87.90
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca	%	60.44

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 5.4.5 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CANTERA

Se obtuvo los resultados del material de cantera, según el Sistema Unificado y Clasificación de Suelos SUCS, así mismo por clasificación AASHTO. Se clasificó como: GW, grava bien graduada, Material granular, fragmentos de roca, grava y arena, Excelente a bueno como subgrado, con un 3.8 % de finos.

La muestra se compacta hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad seca, mediante el ensayo de Proctor Modificado, teniendo como resultado:

Máxima Densidad Seca: 1.967 gr/cm<sup>3</sup>

Óptimo Contenido de Humedad: 4.44%

## **5.5 CONCLUSIÓN**

En la realización de los estudios del material de cantera, se puede concluir en base a la clasificación "SUCS" y AASHTO es GW es decir es un suelo compuesto por grava bien graduada, material excelente a bueno.

**CAPITULO VI****ESTUDIO HIDROLOGICO, DRENAJE Y OBRAS DE ARTE**

---

**6.1. GENERALIDADES****6.1.1. ANTECEDENTES**

En los últimos años, nuestro país, ha atravesado un periodo de retraso económico, que se vio afectado socioeconómicamente, en la producción rural, debido a las fuertes precipitaciones y/o otros factores. La calidad de vida se ha deteriorado por la débil articulación entre centros poblados y el fácil ingreso hacia las zonas que producen servicios alimenticios, pues estas dependen del ámbito rural.

**6.1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Este estudio, tiene como como objetivos, lo siguientes:

- Analizar las características Hidrológicas, geomorfológicas de quebradas. Así mismo de las cinco sub cuencas que interceptan la carretera proyectada.
- Proponer los caudales máximos con 25, 50 ,100 y 200 años de período de retorno, que servirá para la realización de diseños de las obras de arte y drenaje, que el proyecto requiera, según su estudio previo, en base a su Hidrología e Hidrodinámica. Utilizando datos de la estación más cercana al proyecto, que para este caso será de la Estación Julcán. Con el diseño, se logrará la estabilidad y duración en el tiempo.

**6.1.3. ALCANCES**

Los estudios hidrológicos e hidráulicos comprenderán lo siguiente:

- Reconocimiento del lugar en la zona del proyecto; identificación de niveles alcanzados en máximas avenidas.

- Obtención de datos hidrométricos, así como meteorológicos, brindados por las Estaciones, pertenecientes al SENAMHI.
- Elección del método, que permitirá obtener el caudal máximo de diseño, para cunetas, alcantarillas. Se realizará un análisis de frecuencia, que permitirá obtener los valores para el caudal máximo, utilizando el método racional, por presentar sub cuencas con bajo caudal.

#### 6.1.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

<b>UBICACIÓN POLÍTICA</b>	:	
<b>DISTRITO</b>	:	MACHE
<b>PROVINCIA</b>	:	OTUZCO
<b>DEPARTAMENTO</b>	:	LA LIBERTAD

#### UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

Geográficamente se encuentra ubicado en el sistema de coordenadas UTM – WGS 84:

Inicio : N 9112233.22                      E 775234.246                      Alt: 3241.952

Final : N 9112880.315                      E 774851.6484                      Alt: 3174.569

#### 6.1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 6.1.5.1. HIDROGRAFÍA

El drenaje de la zona en estudio está constituido por numerosas quebradas, algunas de estas, que vierten sus aguas en el recorrido del tramo, luego al río Moche, el cual constituye el colector natural principal de la zona, formando un drenaje de tipo longitudinal, pertenecientes a la vertiente del Pacífico.

## 6.2. DRENAJESUPERFICIAL

### 6.2.1. LA FINALIDAD QUE TIENE EL DRENAJE SUPERFICIAL

Tiene por finalidad evitar la destrucción total o parcial que puede presentar un proyecto, en este caso una carretera. Así mismo, reducir los impactos, debido a la modificación de la escorrentía a lo largo del tramo en estudio.

Comprende:

- La colección de agua de los taludes
- La sustitución de los cauces naturales, que se encuentran interceptados en el tramo.

### 6.2.2. LOS CRITERIOS FUNCIONALES

Para el drenaje superficial, se eligen los criterios funcionales, de acuerdo a criterios normados.

Se tiene lo siguiente:

- ✓ Los costos de construcción, así mismo las facilidades para su obtención.
- ✓ Los periodos máximos de diseño.
- ✓ Para la obtención del caudal de diseño, se tiene en cuenta, el periodo de retorno, de acuerdo a las precipitaciones, que para este caso es de la Es estación Julcan. Así como se toman en consideración los elementos que son para la derivación de drenaje.

Se tienen las siguientes condiciones:

- Para que no se produzca daños de sedimentación, ni de erosión, la velocidad de diseño, debe ser la correcta en todos los elementos.
- El borde libre en una alcantarilla deberá ser adecuada



(0.10 cm), para que el fluido del agua sea eficiente.

### 6.2.3. EL PERIODO DE RETORNO

Para obtener el caudal de diseño, se trabajará con los datos de la Estación Julcán. Así como proyectarse un elemento del drenaje superficial, la cual se relaciona con la probabilidad o riesgo, del exceso del caudal, durante el periodo, para lo que fue diseñada.

Se podrán aceptar riesgos elevados, cuando los daños de probabilidad, que se producen, en el caso de que se discurran caudales mayores, al que se diseñó, así también sean menores, entonces los daños deben ser pequeños, cuando los daños de probabilidades sean grandes.

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

A continuación, se presenta diferentes riesgos, para la vida útil de las obras en “n” años.

**CUADRO N° 16**  
**RIESGO DE EXCEDENCIA (%) DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA**  
**DIVERSOS PERÍODOS DE RETORNO**

TABLA N° 01: Valores de Período de Retorno T (Años)										
RIESGO ADMISIBLE	VIDA UTIL DE LAS OBRAS (n Años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.1	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.2	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.5	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144
0.99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

**Fuente:** Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC

En el caso de alcantarillas, que son el paso de quebradas y las cunetas que son el paso de descarga de las aguas superficiales, se tomó en cuenta 30 y 35% de riesgo.

En seguida, se muestran riesgos admisibles para cada tipo de obra.

**CUADRO N° 17**  
**PERIODO DE RETORNO DE LAS ALCANTARILLAS**

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**)%
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Sub-drenes	40
Defensas Ribereñas	25

**Fuente:** Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje - MTC

#### 6.2.4. RIESGO DE OBSTRUCCIÓN

Los elementos de drenaje, deberán mantenerse, con un buen funcionamiento, esto solo ocurre cuando no hay presencia de cuerpos arrastrados por la corriente.

Uno de los elementos importantes son los sumideros, ya que este es un colector, entonces se deberá realizar sus respectivos mantenimientos.

Los riesgos de obstrucción, se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ **Riesgo bajo:** no ocurrencia de obstrucción por cantidades grandes de objetos.
- ✓ **Riesgo medio:** puede arrastrar diferentes objetos en cantidades regulares.
- ✓ **Riesgo alto:** presencia peligr, ya que arrastrará cantidades grandes.

#### 6.2.5. DAÑOS DEBIDO A LA ESCORRENTÍA

Tomando en cuenta el manual, se tomarán en cuenta a aquellos daños que se producen por la presencia de la carretera. Se analizan los efectos que esta produce, así como realizar las comparaciones de daños de antes y después de la ejecución de la obra.

Se muestra una clasificación de daños:

- Los que se produjeron por la presencia de un elemento de drenaje, como puede ser alcantarilla, cuneta, etc.
- Las obstrucciones que se presentan por la evacuación de aguas de la plataforma de la carretera.
- Los daños que se presentan en los diferentes tipos de estructura, así como en el pavimento.

### 6.2.6. DAÑOS EN EL ELEMENTO DEL DRENAJE SUPERFICIAL

Se presenta máxima velocidad admisible, para cada tipo de superficie. Para el caso del proyecto, será para un tipo de terreno parcialmente cubierto de vegetación, con una velocidad admisible de 0.60 – 1.20 m/s.

**CUADRO N°18  
VELOCIDAD MÁXIMA DEL AGUA**

<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)</b>
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

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

### 6.2.7. DAÑOS NO CATASTRÓFICOS A TERCEROS

Cuando en las zonas rurales, se presenta daños, ya sea por inundaciones o algo similar, entonces, debe comprobarse que el proyecto ejecutado no es un obstáculo y que no generará una prolongación de este daño.

### 6.2.8. HIDROLOGÍA Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Para el drenaje superficial, las dimensiones de sus elementos, son realizados, por medio de cálculos, iniciando con la toma de datos del Senamhi, que para este caso, se tomaron datos de la Estación Julcán, por ser la más cercana a la zona.

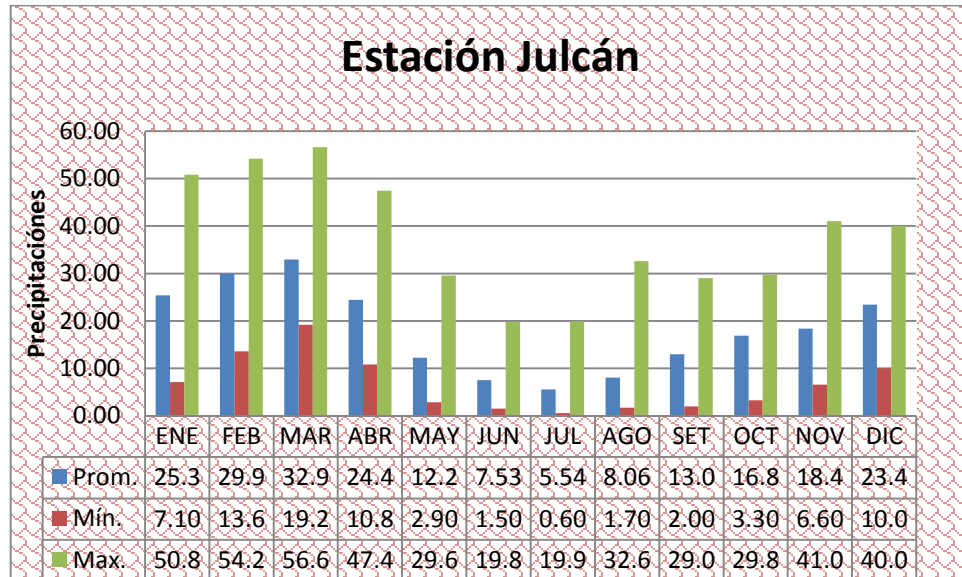
### 6.2.9. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

La precipitación máxima diaria para el proyecto se tomó con los datos de la estación Julcán, que nos arroja un valor de 56.60 mm. Para el mes de marzo, como se puede verificar en la siguiente tabla.

**GRÁFICO N°01  
PRECIPITACIONES MEDIAS: ESTACIÓN JULCAN**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX.
1996	21.8	54.2	23.3	22.9	14.3	3.6	0.6	10.5	9.7	18.2	15.7	22.6	54.20
1997	7.1	19.6	24.5	26.6	12.9	1.5	3.5	5.2	14.3	15	22.5	40	40.00
1998	50.8	31.2	23.4	26	7.7	5	0.7	8.8	21	16.5	11.6	17.3	50.80
1999	35.9	43.1	30	24.2	14.7	12.9	19.9	9.3	26.9	18.4	12.5	17	43.10
2000	38.9	33.7	33.8	33.1	22	12.9	5.3	32.6	7.4	7.6	18.2	22.1	38.90
2001	38.9	18.5	56.6	18.1	12.8	13.3	4.3	8.65	13	18	10.8	15.9	56.60
2002	14.9	33.7	37.6	28.9	6.1	8	2.3	4.4	6.5	12	26.9	10	37.60
2003	20	24.5	25	24.8	4.7	3.9	4.5	5.5	3.5	13.1	12.6	38.4	38.40
2004	8	47.7	21.3	12.2	12.5	4.2	7.7	9.95	12.2	19.2	25.7	22	47.70
2005	24.5	21.9	40.7	14	5.3	2.2	2.85	3.5	2.2	18.7	6.6	17.5	40.70
2006	19.7	28.4	34.1	18	2.9	8.2	2.1	8.1	14.7	9.5	41	26.6	41.00
2007	25.7	22.9	40.2	27.3	25.7	3.7	4.9	11.2	20.5	22.9	14.4	26.1	40.20
2008	24.5	45.9	25.1	20.6	5.6	13.5	2	3.1	29	29.6	25.4	22	45.90
2009	26.3	24.1	40.8	24	17.9	13.2	8.6	9.4	8.3	21.6	26.3	15.9	40.80
2010	35	32	19.2	31.2	10.2	9.6	18.4	3.6	12.3	3.3	12	22.6	35.00
2011	34.1	19.6	54.5	47.4	8.7	3.8	12.7	14.05	15.4	8	8.6	16.8	54.50
2012	31.5	36.4	40.3	23.1	11.9	3.5	2.9	2.3	13.8	17	14.5	36.1	40.30
2013	13.1	30.4	36.7	10.8	9.7	19.8	1.2	2.5	2	29.8	16.9	22.5	36.70
2014	12.9	13.6	25.4	29.9	9.6	4.6	2.7	1.7	17.1	22.7	16.9	31.1	31.10
2015	23.6	18.2	26	26	29.6	3.2	3.7	6.9	10.1	16.3	28.9	26.8	29.60
Prom.	25.36	29.98	32.93	24.46	12.24	7.53	5.54	8.06	13.00	16.87	18.40	23.47	42.16
Min.	7.10	13.60	19.20	10.80	2.90	1.50	0.60	1.70	2.00	3.30	6.60	10.00	
Max.	50.80	54.20	56.60	47.40	29.60	19.80	19.90	32.60	29.00	29.80	41.00	40.00	

**Fuente:** Data SENAMHI



**Fuente:** Propia, en base a Data SENAMHI

### 6.3. DRENAJE TRANSVERSAL

#### 6.3.1. Aspectos Generales

Se utilizan alcantarillas de paso y de alivio, para el drenaje transversal.

El objetivo que tienen estas estructuras es conducir las aguas con normalidad, para que estas no causen ningún tipo de daños.

#### 6.3.2. LAS ALCANTARILLAS DE PASO

##### A. Elección del tipo de alcantarilla

La alcantarilla que se utilizará en el proyecto, serán TMC, por ser fácil su colocación, su transporte, bajo costo en cuanto a la mano de obra, etc.

La cantidad y su ubicación están fijadas en los metrados y planos, que finalmente son presupuestadas al realizar el último objetivo del proyecto.

##### B. Diseño Hidráulico

La fórmula de Manning, fue usada para encontrar el caudal de diseño.

$$D = \left( \frac{3.208Qn}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Dónde:

D : Diámetro (m)

Q : Caudal (m<sup>3</sup>/s)

S : Pendiente de fondo (m/m)

n : Coeficiente de Manning

**CUADRO N°30  
VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING (N)**

TIPO DE CANAL	MINIMO	NORMAL	MAXIMO
Metal corrugado	0.021	0.024	0.030
Dren para aguas lluviosas			
Tierra, sinuoso	0.023	0.025	0.030

**Fuente:** Manual de Hidrología. Hidráulica v Drenaje

- **Velocidad (V) y Caudal (Q)**

Se tendrá que verificar la velocidad y caudal, para que no se presenten obstrucciones, en los diferentes elementos.

Se calculan, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V = \frac{R^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

$$R = A/P$$

$$Q = VA$$

**Donde:**

- Q : Caudal ( $m^3/s$ )
- V : Velocidad media de flujo (m/s)
- A : Área de la sección hidráulica ( $m^2$ )
- P : Perímetro mojado (m)
- R : Radio hidráulico (m)
- S : Pendiente de fondo (m/m)
- n : Coeficiente de Manning

#### **6.4. DRENAJE DE LONGITUD**

El agua que discurre por efecto de las precipitaciones, deben ser evacuadas por un drenaje longitudinal, a fin de que la estructura de la carretera no sufra daños. Para ello, se considera la construcción de cunetas longitudinales, para este caso en el proyecto, se toman en cuenta, cunetas triangulares, que serán perfiladas por una maquinaria adecuada.

##### **6.4.1. CUNETAS**

Serán proyectadas, en los 2.224 kilómetros, longitudinalmente, serán perfiladas, ya mencionadas anteriormente, revestidas para una mayor duración. Con dimensiones a continuación.

##### **A. Dimensiones**

Según el resultado de los cálculos, se tiene dimensiones, con profundidad de 0.35 m y de ancho 0.75 m.



**CUADRO N°31  
DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS**

REGIÓN	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (de 400 a <1600 mm/año)	<b>0.30</b>	<b>0.75</b>
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30	1.20

**B. Velocidades Límites Admisibles**

Se tomaron en consideración las velocidades: 1.20 – 1.50 m/s.

**CUADRO N° 32  
VELOCIDADES LÍMITES ADMISIBLES**

Tipo de Superficie	Velocidad límite admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla grava, pizarras blancas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blancas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 - 6.00 *

**Fuente:** Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje - MTC

**C. Capacidad de las cunetas**

Se utilizará para el cálculo, la fórmula siguiente, para cálculos abiertos.

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

Dónde:

Q : Caudal ( $m^3/s$ )

V : Velocidad media (m/s)

A : Área de la sección ( $m^2$ )

P : Perímetro mojado (m)

R : A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado)

S : Pendiente del fondo (m/m)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

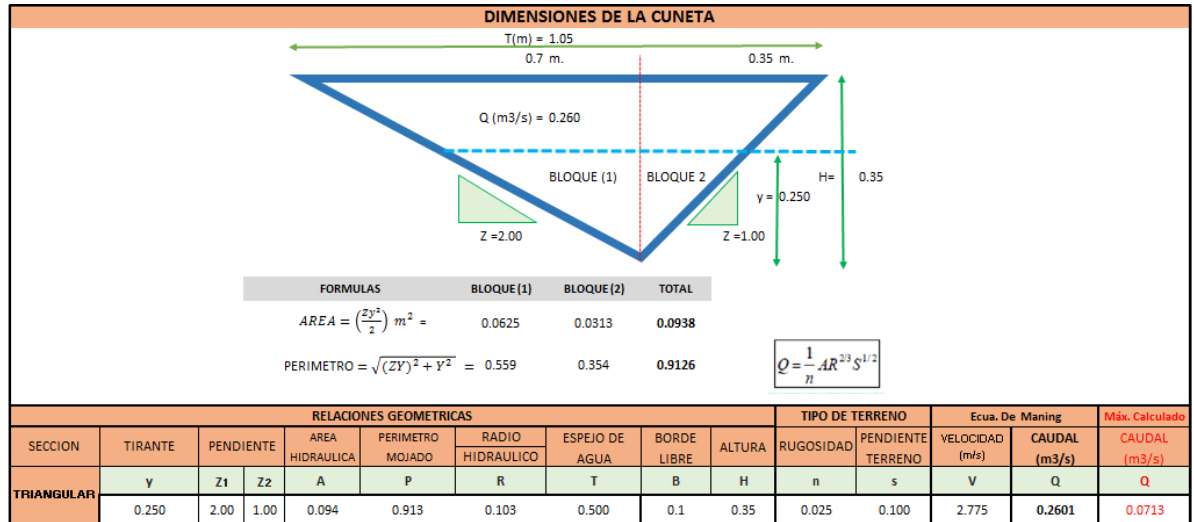
### CUADRO N°33 DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.30*	1.20

**Fuente:** Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito (MTC 2008)

## 6.5. RESULTADO DE LOS CÁLCULOS

### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS TRIANGULARES



Fuente: Elaboración propia

### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS TRIANGULARES

CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS																
N°	PRECIPITACIÓN		TALUD DE CORTE					DRENAJE DE LA CARPETA DE RODADURA					Q 1	Q 2	Qtotal	
	Desde	Hasta	Longitud (m)	Ancho Tributario (Km)	Area Tributaria (Km2)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Maxima (mm/hora)	Ancho Tributario (Km)	Area Tributaria (Km2)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Maxima (mm/hora)	Talud m3/seg	Calzada m3/seg	Q1+Q2 m3/seg
1	00+000	00+250	0.25 km	0.10	0.025	0.45	10	15.511	0.0035	0.0009	0.2	10	15.511	0.0485	0.00075	0.0492
2	00+250	00+500	0.25 km	0.10	0.025	0.45	10	15.511	0.0035	0.0009	0.2	10	15.511	0.0485	0.00075	0.0492
3	00+500	00+737	0.24 km	0.10	0.024	0.45	10	15.511	0.0035	0.0008	0.2	10	15.511	0.0460	0.00071	0.0467
4	00+737	00+987	0.25 km	0.10	0.025	0.45	10	15.511	0.0035	0.0009	0.2	10	15.511	0.0485	0.00075	0.0492
5	00+987	01+248	0.26 km	0.10	0.026	0.45	10	15.511	0.0035	0.0009	0.2	10	15.511	0.0506	0.00079	0.0514
6	01+248	01+610	0.36 km	0.10	0.036	0.45	10	15.511	0.0035	0.0013	0.2	10	15.511	0.0702	0.00109	0.0713
7	01+610	01+860	0.25 km	0.10	0.025	0.45	10	15.511	0.0035	0.0009	0.2	10	15.511	0.0485	0.00075	0.0492
8	01+860	02+113	0.25 km	0.10	0.025	0.45	10	15.511	0.0035	0.0009	0.2	10	15.511	0.0491	0.00076	0.0498
9	02+113	02+162	0.05 km	0.10	0.005	0.45	10	15.511	0.0035	0.0002	0.2	10	15.511	0.0095	0.00015	0.0096
10	02+162	02+224	0.06 km	0.10	0.006	0.45	10	15.511	0.0035	0.0002	0.2	10	15.511	0.0120	0.00019	0.0122
																<b>Max</b>
																<b>0.0713</b>

Fuente: Elaboración propia

### ALCANTARILLAS DE PASO

Quebrada N°	Progresivas	Área (Km <sup>2</sup> )	Obra de drenaje	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad (mm/hr)	Caudal Cuencas (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Cunetas (m <sup>3</sup> /s)	TOTAL (m <sup>3</sup> /s)
1	00+737	0.099	Alcantarilla de Paso	0.45	1.82	40	122.57	1.52	0.05	1.57
2	01+248	0.342	Alcantarilla de Paso	0.45	5.21	40	70.41	3.01	0.05	3.06
3	01+610	0.681	Alcantarilla de Paso	0.45	8.63	40	53.96	4.60	0.07	4.67
4	02+113	0.145	Alcantarilla de Paso	0.45	3.15	40	91.80	1.67	0.05	1.72
5	02+162	0.092	Alcantarilla de Paso	0.45	2.03	40	115.72	1.33	0.01	1.34

Fuente: Elaboración propia

N°	PROGRESIV A	Q <sub>MÁX</sub> Calculado (m <sup>3</sup> /s)	S	n	DIÁMETRO CALCULADO (m)	DIÁMETRO CALCULADO (")	CANTIDAD	DIÁMETRO COMERCIAL (")
1	00+737	1.57	0.022	0.021	0.949	37.3	1.0	48
2	01+248	3.06	0.022	0.021	1.219	48.0	1.0	48
3	01+610	4.67	0.022	0.021	1.429	56.3	1.0	60
4	02+113	1.72	0.022	0.021	0.982	38.7	1.0	48
5	02+162	1.34	0.022	0.021	0.894	35.2	1.0	38



#### 5. PRESENTACION TUBERÍAS DE SECCIÓN CIRCULAR

DIÁMETRO		DESARROLLO	SECCIÓN	PERÍMETRO	ESPESOR	H <sub>n</sub>	AR <sub>n</sub> <sup>2/3</sup>
mm.	plg.	pl	(m <sup>2</sup> )	(m)	(mm.)	(m)	
600	24	6	0.283	1.885	2.00	0.563	0.086
800	32	8	0.503	2.513	2.00	0.750	0.185
900	36	9	0.636	2.827	2.00	0.844	0.233
1000	40	10	0.785	3.142	2.50	0.938	0.335
1200	48	12	1.131	3.770	2.50	1.126	0.545
1500	60	15	1.767	4.712	3.00	1.407	0.988
1800	72	18	2.545	5.655	3.50	1.688	1.607
2000	80	20	3.142	6.283	3.50	1.876	2.129



Notas:  
 (1) Para el cálculo hidráulico se entrega la Altura Normal (H<sub>n</sub> = 0.938D) y el factor de sección (AR<sub>n</sub><sup>2/3</sup>) máximo.  
 (2) Las alcantarillas de diámetro = 800 mm, 1000 mm y 2000 mm se consideran fabricación especial.  
 (3) Los espesores que se indica en cada medida, corresponde a los fabricados comercialmente. A solicitud del cliente se pueden variar los espesores.

## CAPITULO VII

### DISEÑO GEOMÉTRICO

---

#### 7.1. GENERALIDADES

Para el estudio se tienen en cuenta los parámetros que están orientados al diseño sustancial de la carretera, la cual actualmente está presente como camino de herradura, lo cual dificulta el acceso a los diferentes puntos de la zona de influencia.

#### 7.2. NORMATIVIDAD

Los términos de referencia del presente estudio indican que las normas de diseño a seguir son el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014), elaborado por el MTC y aprobado mediante la RDN°028-2014-MTC/04 del 25.06.015 y en forma complementaria las normas de diseño AASHTO y Manual de Diseño para Carreteras de bajo volumen de Tránsito.

#### 7.3. ESTUDIO DE TRÁFICO

##### 7.3.1. GENERALIDADES

El estudio de tráfico, permite realizar su clasificación de la carretera, así como el volumen vehicular, que transita por esta. También se realizará para una vía cercana a la zona en estudio, cuando el proyecto sea una apertura. Así como estimar el origen – destino de los mismos, elementos indispensables que permitirán obtener las características de diseño.

Determinado el Índice Medio Diario (IMD) de la carretera cercana al proyecto, la cual se tomó la carretera desvío Agallpampa – Campo Bello, que es una carretera asfaltada.

Esto permitirá realizar el diseño y definir su geometría, de acuerdo a las siguientes características:

El diseño geométrico vial del tramo, de acuerdo a las nuevas normas técnicas peruanas de diseño para carreteras DG-2014, Diseño para vías de bajo volumen de tráfico.

La vía es un camino existente, por lo que se tiene que realizar el diseño geométrico, calculando la velocidad directriz de diseño y el IMD, esto debido, a que sus características de una carretera dependen mucho de su velocidad y volúmenes de tráfico, todo esto se realiza para que satisfaga a las condiciones mínimas de diseño, que están normadas. Estas condiciones se dan para permitir al vehículo de diseño una buena circulación.

### **7.3.2. METODOLOGÍA**

Recopilación de información, tabulación de datos y el análisis de la información obtenida.

#### **A. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

La información, se obtendrá de dos maneras, ya sea de manera directa, así como referencial.

Las directas, será la información brindada por la Municipalidad del Distrito de Mache, y las referenciales, serán obtenidas del Manual de Carreteras, otros documentos con información cercana al lugar

.

#### **B. TRABAJO DE GABINETE.**

Este trabajo, consiste en realizar formatos ya sea en Excel u otros, tales serán llenados en las zonas, que ya han sido establecidas para el conteo de tráfico, con hora, fecha. Este conteo se efectúa para cada tipo de vehículo, según su eje, en determinadas horas, durante varios días.

### C. UBICACIÓN DE ESTACION DE CONTEO.

La ubicación, será identificada, con previa visita de campo, siendo ya elegida, se pasará a aplicar el trabajo ya mencionado.

**CUADRO N°36  
UBICACIÓN DE ESTACIONES**

Estación	Ubicación	Conteo	Fecha
E-1	Desvió Agallpampa- Campo Bello	7 días	04/03/2017- 10/04/2017

**Fuente:** Elaboración propia

### D. INFORMACIÓN TABULADA

Presentación de resúmenes del conteo de tráfico ya realizado y procesado, siendo estos por día y según el sentido.

#### 7.3.3. CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR

El conteo, tiene como objetivo, obtener los volúmenes de tráfico, para la carretera proyectada, así como conocer su composición vehicular y variaciones diarias. Estos volúmenes, permitirán encontrar el índice medio diario anual (IMDA), mediante la siguiente fórmula:

$$IMDA = \left( \frac{V_{D1} + V_{D2} + V_{D3} + V_{D4} + V_{D5} + V_{Dsab} + V_{Ddom}}{7} \right) \times FCm$$

Donde:

$V_{Di}$  = Volumen clasificado (lunes – viernes)

$V_{Dsab}$  = Volumen Clasificación de sábado

$V_{Ddom}$  = Volumen Clasificación de Domingo

$FCm$  = Factor de corrección, según el mes que se presentó el aforo.

#### 7.3.4. FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL

Estos factores, son presentados , debido a estaciones ocasionadas, ya sea por la naturaleza, como presencia de lluvias; o por el hombre como puede ser épocas de cosechas, ferias, como las festividades fiesta en honor a Cristo Rey, el festival de carnavales (festival Machino), etc. Por la presencia de estos factores, tendrá que colocarse un factor de corrección a los valores obtenidos, para llegar a obtener un promedio diario anual (PDA). Esta información se recopila de Pro-vías Nacionales. Obteniendo el factor para vehículos ligeros  $FC=1.022$  y para el tránsito de vehículos pesados un  $FC=1.038$

**CUADRO N° 37**  
**ESTACIÓN OD-4, Ubicación YAMOBAMBA**

FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL PROMEDIO	DE AÑO	VEHICULO LIGERO	VEHICULO PESADO
		2008-2017	1.075789

Fuente: Pro-Vías Nacional

### 7.3.5. ESTUDIO VOLUMETRICO Y TRAMOS HOMOGENEOS

Para el presente estudio, la determinación de los tramos homogéneos, tramos que en su composición de tráfico son similares, son de suma importancia para definir las características actuales y futuras de la carretera en estudio. Así mismo, de acuerdo a los días de toma de datos, se determinó que el tipo de vehículos que más transitan son: ómnibus, camioneta, camiones, moto lineal.

### 7.3.6. ANÁLISIS DE LA ESTACIÓN



➤ **E-1: DESVÍO AGALLPAMPA- CAMPO BELLO**

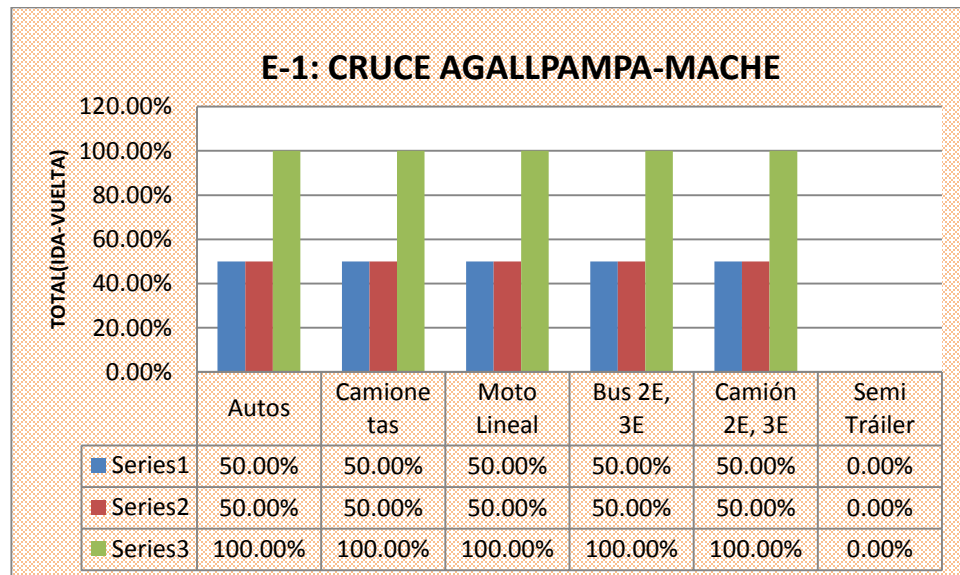
Se muestra el resumen del conteo de tráfico.

**CUADRO N°38  
RESUMEN DE CONTEO**

TRAFICO VEHICULAR E-1				
Vehículo	Tipo	IDA (%)	VUELTA (%)	TOTAL (%)
<b>Vehículo Liviano</b>	<i>Autos</i>	50.00%	50.00%	100.00%
	<i>Camionetas</i>	50.00%	50.00%	100.00%
	<i>Moto Lineal</i>	50.00%	50.00%	100.00%
	<i>Bus 2E, 3E</i>	50.00%	50.00%	100.00%
<b>Vehículo pesado</b>	<i>Camión 2E, 3E</i>	50.00%	50.00%	100.00%
	<i>Semi Tráiler</i>	0.00%	0.00%	0.00%

**Fuente:** Elaboración Propia

**FIGURA N° 10**



**Fuente:** Elaboración Propia

**7.3.7. TRÁFICO TOTAL**

Para el cálculo del tráfico futuro se usa:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

$T_n$  = Tránsito proyectada al año en vehículo por día

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

$n$  = Año futuro de proyección

$r$  = Tasa anual de crecimiento de tránsito

- Para el estudio se tiene un “n” igual a 10 años.
- Con respecto a “r” según el INEI se tiene un tasa de crecimiento del 1.3%; sin embargo de acuerdo a la tasa anual departamental del PBI se tiene un 1.70%. Por tanto se tomará 1.3 % según el INEI.

### 7.3.8. EJE EQUIVALENTE

Se aplica la siguiente fórmula ESAL.

$$ESAL = 365 * IMD * \left( \frac{(1 - Rt)^N - 1}{N} \right)$$

- Para nuestro caso se eligió la Estación 3 por ser el de mayor tráfico.

Donde:

Dónde:

IMD = Índice Medio Diario Corregido.

Rt = Tasa de Crecimiento Anual expresada en Porcentaje.

N = Periodo de Análisis - Años

EE = Factores Destructivos o Ejes Equivalentes, según tipo de vehículo.

Se tomó los datos obtenidos en la estación 1 (E-1), por ser una carretera de tercera clase pavimentada.

Para hallar los factores destructivos, se tomó encuenta la fórmula siguiente:

$$FD = (Pi/8.2)^{4.5} \quad \text{para ejes simples}$$

$$FD = (Pi/15.3)^{4.5} \quad \text{para ejes tándem}$$

$$FD = (Pi/21.8)^{4.22} \quad \text{para ejes tridem}$$

Donde:

FD = Factor destructivo del eje de rango i

Pi = Carga promedio en el rango i

### CUADRO N°39

#### PROYECCIÓN DE TRÁFICO- SITUACIÓN SIN PROYECTO (E-1)

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	20	21	21	21	21	21	21	21	22	21	21
Auto	3.94	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
camioneta	3.97	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Moto	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
C.R.	4.53	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1.94	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2

**Fuente:** Elaboración Propia

**CUADRO N°40**
**PROYECCIÓN DE TRÁFICO- SITUACIÓN CON PROYECTO (E-1)**

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Tráfico Normal</b>	20.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	22.00	21.00	21.00
Automovil	3.94	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Camioneta	3.97	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Moto	5.23	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
C.R.	4.53	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1.94	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
<b>Tráfico Generado</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Automovil	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camioneta	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C.R.	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Moto	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Camión 2E	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>IMD TOTAL</b>	<b>19.61</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>	<b>28.00</b>	<b>27.00</b>	<b>27.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N°41**
**Cálculo de Número de Ejes Equivalentes (ESAL)**

Tipo de Vehículo	Trafico Año 2017 Veh/Día	Tasa de Crecimiento	Factor de Crecimiento	Trafico de Diseño Veh/Año	Factor Camión	ESALs de diseño
<b>Autos</b>	4	1.30%	3.6	15267	0.0010	15
<b>Camionetas</b>	9	1.30%	3.6	33926	0.0295	1001
<b>Micro Bus</b>	0.00	1.70%	3.4	0.00	0.6590	0
<b>B2</b>	3	1.70%	3.4	12662	3.3714	42690
<b>C2/Pesado</b>	6	1.70%	3.13	22204	3.4771	77207
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>			<b>84059</b>		<b>120913</b>

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de Provias Nacional.

### 7.3.9. CLASIFICACIÓN DE VEHICULO DE DISEÑO

- Se determinó como el tipo C-2; cuyo peso bruto máximo se encuentra entre los 17 a 19 Ton, cuenta con 12.30 mts. De longitud.

**FIGURA N° 12**



Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen tránsito.

## 7.4. CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS

Según la DG-2014 las carreteras se clasifican según:

### 7.4.1. CLASIFICCIÓN POR DEMANDA:

#### 7.4.1.1. CARRETERA DE PRIMERA CLASE

Son las que presentan un índice medio diario anual de: 4000 y 2001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Pueden contar con cruces, puentes, dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación y mayor seguridad. Así mismo son pavimentadas.

#### 7.4.1.2. CARRETERA DE SEGUNDA CLASE

Son las que presentan un índice medio diario anual de: 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Pueden contar con cruces, puentes,

dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación y mayor seguridad. Así mismo son pavimentadas.

#### **7.4.1.3. CARRETERA DE TERCERA CLASE**

Son las que presentan un índice medio diario anual menor a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Se podrá aplicar estabilizadores de suelo, emulsiones asfálticas.

#### **7.4.1.4. TROCHA CARROZABLE**

Tienen un IMD de 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches, por lo menos cada 500 m. pueden ser afirmadas o no afirmadas.

### **7.4.2. CLASIFICACION POR OROGRAFÍA**

#### **7.4.2.1. TERRENO PLANO (TIPO 1)**

Presentan pendientes transversales menores o iguales al 10%, sus pendientes longitudinales son por lo general menores de 3%, no es dificultoso su trazo y es bajo en cuanto a movimiento de tierras.

#### **7.4.2.2. TERRENO ONDULADO (TIPO 2)**

Sus pendientes transversales que presenta al eje de la vía son de 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y

6 %, no tiene mayores dificultades en el trazo, moderado movimiento de tierras.

#### **7.4.2.3. TERRENO ACCIDENTADO (TIPO 3)**

Sus pendientes transversales que presenta al eje de la vía son de 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, presenta movimientos de tierras mayores.

#### **7.4.2.4. TERRENO ESCARPADO (TIPO 4)**

Sus pendientes transversales que presenta al eje de la vía son de 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, presenta dificultades en el trazo, grandes volúmenes de movimiento de tierras.

### **CUADRO N°42**

#### **CLASIFICACIÓN DE LA VÍA EN ESTUDIO**

<b>SEGÚN</b>	<b>VIA EN ESTUDIO</b>
DEMANDA	TERCERA CLASE
OROGRAFÍA	ACCIDENTADO

**Fuente:** Elaboración Propia

## **7.5. CRITERIOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO**

### **7.5.1. VELOCIDAD DE DISEÑO**

La velocidad de diseño esta normada, se da para que la carretera proyectada, prevalezca en el tiempo, teniendo una seguridad y comodidad. De modo que la selección de la velocidad de diseño, se hace teniendo en cuenta la orografía del territorio y su clase, es este proyecto presenta una velocidad de 30 Km/h.

En el siguiente cuadro se mostrará la elección de la velocidad de diseño según la DG-2014.

**CUADRO N°43**  
**RANGOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCIÓN A LA**  
**CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA POR DEMANDA Y**  
**OROGRAFÍA**

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO (Km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de Primera Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de Segunda Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Primera Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Segunda Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de Tercera Clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

**Fuente:** Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” (DG-2014). Pág.101



## 7.5.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Distancia definida hacia adelante, que puede visualizar el conductor, para su maniobra.

### 7.5.2.1. VISIBILIDAD DE PARADA

Es la mínima velocidad, que necesita un vehículo, para que se detenga, cuando encuentre un objeto inmóvil en su trayecto, este vehículo, del mismo modo viaja con su velocidad de diseño. La visibilidad de parada, está relacionada con el cambio de pendientes.

En el presente proyecto, se tiene una velocidad directriz de 30km/h.

**CUADRO N° 45**  
**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)**

Velocidad Directriz	Pendiente Nula o en Bajada				Pendiente en Subida			
	(Km/h)	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30		35	35	35	35	31	30	29

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014). Pág 109

### 7.5.2.2. VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

Definida por el Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito como la distancia de visibilidad de adelantamiento, es la mínima distancia que debe ser visible a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro vehículo que viaja a velocidad 15 Km./h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Así mismo su distancia depende de la velocidad

directriz, a continuación en el siguiente cuadro se muestra la distancia de adelantamiento seleccionada para el estudio.

**CUADRO N°46**  
**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO**

Velocidad Directriz Km/h	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)
30	200

**Fuente:** Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Pág 37

## **7.6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES**

### **7.6.1. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA**

Este diseño, también llamado alineamiento horizontal, es el que no permite la interrupción vehicular, siempre tratando de conservar la misma velocidad de diseño en todos los tramos. La cual está conformada por curvas, alineamientos y tangentes.

#### **7.6.1.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

En carreteras de tercera clase, las curvas horizontales no son requeridas, según la DG-2014, para pequeños ángulos de deflexión.

**CUADRO N°47**  
**DEFLEXIÓN MÁXIMA ACEPTABLE**

Velocidad Directriz Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2°30'
40	2° 15'
50	1°50'
60	1°30'
70	1°20'
80	1°10'

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014).  
Pág.135

Considerando que se tiene una carretera de tercera clase, la longitud mínima de curva seleccionada es  $3V$  (m), donde  $V$  viene a ser la velocidad en Km/h. Mostradas en el siguiente cuadro.

**CUADRO N°48**  
**LONGITUD MÍNIMA DE CURVA**

Carretera Red Nacional	L(m)
Autopista de primera y segunda clase	6v
Primera, segunda y tercera clase	3v

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014).  
Pág.135

### 7.6.1.2. TRAMOS EN TANGENTE

Tanto la velocidad, como la longitud, son indicadas en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°49**  
**LONGITUDES DE TRAMOS EN TANGENTE**

V(km/h)	L min.s (m)	L min.O (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014).  
Pág.136

Donde:

- L min.s: Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).
- L min.o: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).
- L máx: Longitud máxima deseable (m).
- V: Velocidad de diseño (km/h)

### 7.6.1.3. CURVAS CIRCULARES

También llamadas curvas Horizontales, se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas.

#### 7.6.1.3.1. ELEMENTOS DE LA CURVA

- P.C : Punto de inicio de la curva
- P.I : Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas
- P.T : Punto de tangencia
- E : Distancia a externa (m)
- M : Distancia de la ordenada media (m)
- R : Longitud del radio de la curva (m)
- T : Longitud de la sub-tangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)
- L : Longitud de la curva (m)
- L.C : Longitud de la cuerda (m)
- $\Delta$  : Angulo de deflexión ( $^{\circ}$ )
- p : Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)
- Sa : Sobre-ancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)
- Nota: Las medidas angulares se expresan en grados sexagesimales.

#### 7.6.1.3.2. RADIOS MÍNIMOS

Se definen como los menores radios, que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte.

**CUADRO N°50**  
**RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS PARA DISEÑO DE**  
**CARRETERAS**

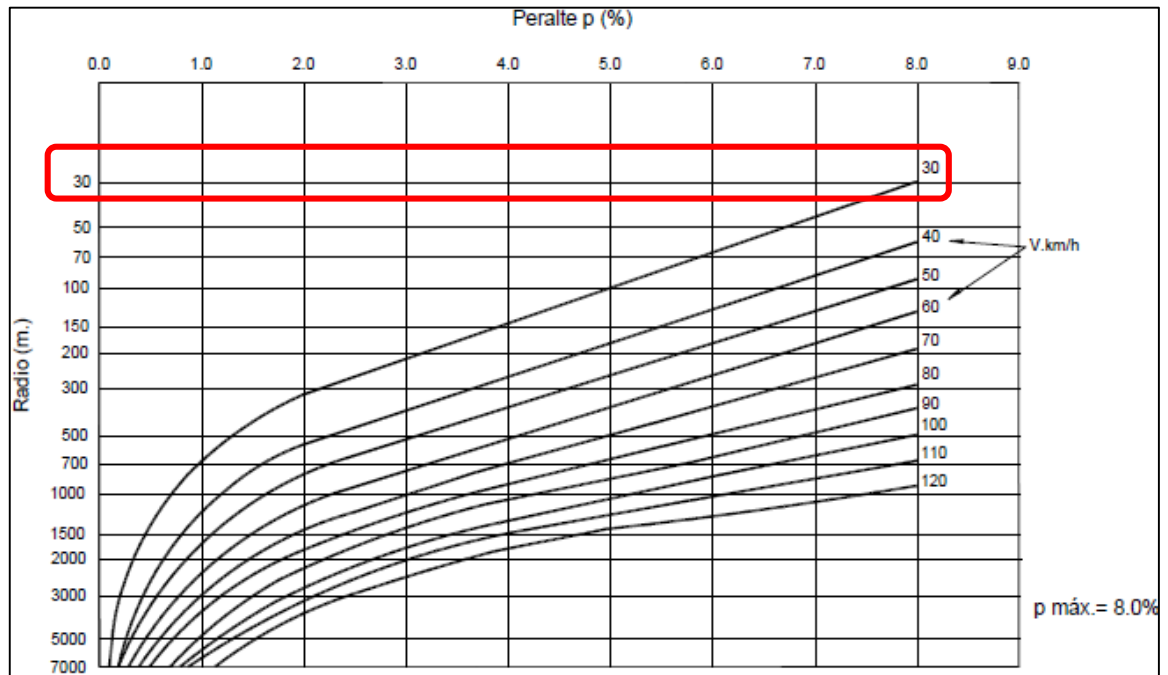
UBICACIÓN DE LA VÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO	$\rho$ MÁX (%)	$f$ MÁX	RADIO CALCULADO (m)	RADIO REDONDEADO (m)
Área Rural (Accidentado o Escarpado)	30	12,00	0,17	24,4	25
	40	12,00	0,17	43,4	45
	50	12,00	0,16	70,3	70
	60	12,00	0,15	105,0	105
	70	12,00	0,14	148,4	150
	80	12,00	0,14	193,8	195
	90	12,00	0,13	255,1	255
	100	12,00	0,12	328,1	330
	110	12,00	0,11	414,2	415
	120	12,00	0,09	539,9	540
	130	12,00	0,08	665,4	665

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014). Pág. 140

**7.6.1.3.3. RELACION DEL PERLATE, RADIO Y VELOCIDAD ESPECÍFICA DE DISEÑO**

En el diseño del proyecto, se usará un peralte del 8% indicado anteriormente.

### PERALTE EN ZONA RURAL (TIPO1, 2 Ó 3)



Fuente: DG-2014 pág.141

#### 7.6.1.4. CURVAS DE TRANSICIÓN

Las curvas de transición, según la DG-2014, se definen como espirales, tienen en objeto de evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo. De en modo que en su diseño se tendrán en cuentas las condiciones de seguridad, comodidad y estética.

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

Estas curvas se determinan:  $R * L = A^2$

Donde:

R: radio de curvatura en un punto cualquiera

L: Longitud de la curva entre su punto de inflexión ( $R = \infty$ ) y el punto de radio R

A: Parámetro de la clotoide, característico de la misma

En el punto de origen, cuando  $L = 0$ ,  $R = \infty$ , y a su vez, cuando  $L = \infty$ ,  $R = 0$

Por otro lado:

Radianes (rad) =  $L^2 / 2 A^2 = 0.5 L / R$

Grados centesimales (g) =  $31.831 L / R$

1 rad = 63.662g.

#### 7.6.1.4.1. DIMENSIONES DE CURVAS DE TRANSICIÓN

##### ❖ Parámetro Para Una Curva De Transición (A)

$$A_{min} = \sqrt{\frac{VR}{46656J} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

**Donde:**

V: Velocidad de diseño (km/h)

R: Radio de curvatura (m)

J: Variación uniforme de la aceleración ( $m/s^3$ )

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

- El valor de **J** lo encontramos a continuación:

#### CUADRO N°51

#### VARIACIÓN DE LA ACELERACIÓN TRANSVERSAL POR UNIDAD DE TIEMPO

V(Km/h)	V<80	80<V<100	100<V<120	V>120
J(m/s <sup>2</sup> )	0.5	0.4	0.4	0.4
Jmáx (m/s <sup>3</sup> )	0.7	0.8	0.5	0.4

Fuente: DG-2014. Pág. 151



**❖ Longitud de Curva de Transición (L)**

$$L_{min} = \frac{V}{46656f} \left[ \frac{V^2}{R} - 1.27p \right]$$

Donde:

V: (km/h)

R: (m)

J: m / s<sup>3</sup>

P: %

A continuación, se muestra el valor mínimo elegido para la longitud de transición (L).

**CUADRO N°52**
**LONGITUD MÍNIMA DE CURVA DE TRANSICIÓN**

Velocidad Km/h	Radio mín m	J m/s <sup>3</sup>	Peralte máx. %	A min m	Longitud de Transición (L)	
					Calculada m	Redondeada M
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30
40	43	0.5	12	40	37	40

Fuente: DG-2014 (Tabla n°302.10). pág.152

**❖ Radios Que Permiten Prescindir De La Curva De Transición**

La DG-2014 establece que Los radios circulares cuyo límite calculado, aceptando un J<sub>máx</sub> de 0,4 m/s<sup>3</sup> y considerando que al punto inicial de la curva circular se habrá desarrollado sólo un 70% de peralte necesario, recién ahí podremos prescindir de la curva de transición. A continuación presenta un cuadro respecto a la velocidad de diseño con el cual se seleccionara el radio circular estableciendo lo dicho anteriormente.

**CUADRO N°53**  
**RADIOS QUE PERMITEN PRESCINDIR DE LA CURVA DE**  
**TRANSICIÓN EN CARRETERAS DE TERCERA CLASE**

Velocidad de Diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

**Fuente:** DG-2014. Pág 159

**7.6.1.5. TRANSICIÓN DE PERALTE**

En el cuadro N°55, se presentan las longitudes mínimas de transición adoptadas para la velocidad de diseño (30km/h) y ancho de calzada (6.00m).

**CUADRO N° 54**
**LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE PARA VELOCIDAD DE 30 KM/H**

Peraltes Final Inicial	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
	2%	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
3%	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
4%	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
5%	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68
6%	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
7%	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
8%	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
9%	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
10%	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
11%	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
12%	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96

Fuente: DG-2014.Pág. 168

**7.6.1.6. SOBRE ANCHO DE CALZADA EN CURVAS CIRCULARES**

Definida como el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Por lo que está en función de nuestro vehículo de diseño, del radio de la curva y de la velocidad de diseño. Su cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

Sa: Sobre ancho (m)

N: Número de carriles

R: Radio (m)

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

V: Velocidad de diseño (km/h)

Nota: el valor mínimo del sobre ancho es de 0.40 m.

En el caso de curvas circulares simples, por razones de apariencia, el sobreancho se debe desarrollar linealmente a lo largo del lado interno de la calzada, en la misma longitud utilizada para la transición del peralte. En las curvas con espiral, el sobreancho se desarrolla linealmente, en la longitud de la espiral.

$$S_{an} = \frac{Sa}{L} * L_n$$

Dónde:

San: Sobreancho correspondiente a un punto distante In metros desde el origen.

L : Longitud total del desarrollo del sobreancho, dentro de la curva de transición.

In : Longitud en cualquier punto de la curva, medido desde su origen (m).

### CUADRO N°55

#### HOLGURAS TEÓRICAS PARA VEHÍCULOS COMERCIALES DE 2,60 M DE ANCHO

Calzada de 7,20 m		Calzada de 6,0 m	
En recta	En curva ensanchada	En recta	En curva ensanchada
h1 0,5 m	0,6 m	0,3 m	0,45 m
h2 0,4 m	0,4 m	0,1 m	0,05 m
h2 ext 0,4m	0,0 m	0,1 m	0,0 m

Fuente: DG-2014. Pág. 175

## 7.6.2. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

También llamado alineamiento vertical, está formado por rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes, en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

### 7.6.2.1. PENDIENTE

Para el proyecto se considera pendientes hasta de cero por presentar un bombeo de 2.5% y máximas de 10% según el manual de carreteras DG-2014, pág. 189 y 190.

**CUADRO N°56**  
**PENDIENTES MÁXIMAS (%)**

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera				
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase				
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño: 20 km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00	
30 km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00	
40 km/h																	9,00	8,00	9,00	10,00	10,00
50 km/h											7,00	7,00					8,00	9,00	8,00	8,00	8,00
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	7,00		7,00	7,00	7,00	7,00	
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00	7,00	7,00	
90km/h	4,50	5,00	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00	6,00	6,00	
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00								
110 km/h	4,00	4,00			4,00																
120 km/h	4,00	4,00			4,00																
130 km/h	3,50																				

Fuente: DG-2014 “Manual de Carreteras Diseño Geométrico” pág.190

### 7.6.2.2. CURVAS VERTICALES

Según la DG-2014, Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas.

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = L/A$$

Donde:

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva vertical

A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

**CUADRO N°57**  
**ÍNDICE K PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA**  
**VERTICAL CONVEXA**

Velocidad Directriz km/h	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO		LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO	
	Distancia de Visibilidad de Frenado m.	Índice de Curvatura K	Distancia de Visibilidad de adelantamiento	Índice de Curvatura K
20	20	0.6	..	..
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

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

**Fuente:** Manual de Diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Pág. 54 ó DG-2014. Pág. 201

**CUADRO N°58**  
**ÍNDICE “K” PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA**  
**VERTICAL CÓNCAVA**

Velocidad Directriz km/h	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO		LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO	
	Distancia de Visibilidad de Frenado m.	Índice de Curvatura K	Distancia de Visibilidad de adelantamiento	Índice de Curvatura K
20	20	0.6	..	..
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

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

**Fuente:** Manual de Diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Pág. 54 ó DG-2014. Pág.203

### 7.6.3. SECCIÓN TRANSVERSAL

#### 7.6.3.1. CALZADA

El ancho de la calzada para el proyecto, se toma de acuerdo a la velocidad de diseño en base a la clasificación de la carretera.

**CUADRO N°59**  
**ANCHOS MÍNIMOS DE CALZADA EN TANGENTE**

DEMANDA		CARRETERA			
VEHICULO / DIA		<400			
CARACTERISTICA		Tercer Clase			
TIPO DE OROGRAFÍA		1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	30		6.00	6.00	6.00
	40	6.00	6.00	6.00	6.00
	50	6.00	6.00		
	60	6.00	6.00		
	70	6.00			

Fuente: DG-2014. Pág.209

**7.6.3.2. BERMA**

Para el dimensionamiento de la berma se toma en consideración el siguiente cuadro, teniendo en cuenta que el IMD obtenido en el estudio es < 400 veh/día.

**CUADRO N°60**  
**ANCHO DE BERMA**

DEMANDA		CARRETERA			
VEHICULO / DIA		<400			
CARACTERISTICA		Tercer Clase			
TIPO DE OROGRAFÍA		1	2	3	4
VELOCIDAD Km/h	30		0.90	0.50	0.50
	40	1.20	0.90	0.50	0.50
	50	1.20	0.90	0.90	
	60	1.20	1.20		
	70	1.20			

Fuente: DG-2014. Pág. 211



**CUADRO N° 61**  
**INCLINACIÓN TRANSVERSAL DE BERMAS**

SUPERFICIE DE LA BERMA	INCLINACIONES TRANSVERSALES MÍNIMAS DE LA BERMA	
	INCLINACIÓN NORMAL (IN)	INCLINACIÓN ESPECIAL
Pavimento o Tratamiento	4%	0%
Grava y Afirmado	4%-6%	
Césped	8%	

**Fuente:** DG-2014.pág. 213

**7.6.3.3. BOMBEO**

Para la determinación del bombeo la DG-2014, se muestra que, para los tramos en tangente, o también para curvas que cuentan con contra peralte, la calzada, deberá tener una inclinación, llamada bombeo. Que tiene el fin de evacuar el agua de las precipitaciones. Para este proyecto, se tiene precipitaciones menores a 500mm/año, tratamiento superficial.

**CUADRO N° 62**  
**VALORES DEL BOMBEO DE LA CALZADA**

TIPO DE SUPERFICIE	BOMBEO (%)	
	PRECIPITACIÓN <500 MM/AÑO	PRECIPITACIÓN >500 MM/AÑO
Pavimento Asfáltico y/o concreto Portland	2	<b>2.5</b>
Tratamiento Superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.05	3.0-4.0

**Fuente:** DG-2014.pág. 214

### 7.6.3.4. PERALTE

Para el control de la fuerza centrífuga es necesaria la determinación del peralte de la carretera por el cual se define mediante la tabla siguiente de la DG-2014.

**CUADRO N° 63  
VALORES DE PERALTE MÁXIMO**

PUEBLO O CIUDAD	PERALTE MÁXIMO	
	ABSOLUTO	NORMAL
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%
Zona rural (T. Plano, ondulado ó accidentado)	8.0%	6.0%
Zona rural (T. Accidentado ó escarpado)	12.0%	8.0%
Zona rural con peligro de hielo	8.0%	6.0%

Fuente: DG-2014. Pág. 215

### 7.6.3.5. TALUDES

En las secciones generadas se puede percibir secciones con corte y relleno que varían de acuerdo al terreno y para determinar los taludes se tiene el tipo de terreno para el cual la DG-2014 en la tabla siguiente ayuda a determinar estos valores.

**CUADRO N° 65  
VALORES REFERENCIALES PARA TALUDES EN CORTE  
(RELACIÓN H: V)**

CLASIFICACIÓN DE MATERIAL DE CORTE	ROCA FIJA	ROCA SUELTA	MATERIAL			
			GRAVA	LIMO ARCILLOSOS O ARCILLA	ARENAS	
ALTURA DE CORTE	<5m	1:10	1:6-1:4	1:1-1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:11	1:4-1:2	1:1	1:1	-
	>10m	1:8	1:2	-	-	-

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

**Fuente:** DG-2014. Pág. 224

**CUADRO N°66**  
**TALUDES REFERENCIALES EN ZONAS DE RELLENO**  
**(TERRAPLENES)**

MATERIALES	TALUD (V:H)		
	ALTURA (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

**Fuente:** DG-2014 pág. 228

**CUADRO N°67**  
**RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA**

CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS	
<b>Clasificación De Carretera</b>	
• Según Su Demanda	Carretera de Tercera Clase
• Según Condiciones Orográficas	Terreno Accidentado
<b>Velocidad de diseño</b>	30 Km/h
<b>Distancias de Visibilidad</b>	
• Distancia de Visibilidad	Pendiente de Bajada de 0 a 9% =35 m. Pendiente de Subida: 3%=31m ; 6%=30m ; 9%=29m
• Velocidad de Adelanto	200m
<b>Tramos en Tangente</b>	L min s= 42m L min o= 84m L máx. = 500m
<b>Ancho De Calzada</b>	6 m
<b>Ancho De Bema</b>	0.50m
<b>Bombeo</b>	2.5%
<b>Peralte Máximo</b>	P máx. = 12%
<b>Pendiente Máxima</b>	I máx. =10%
<b>Pendiente Mínima</b>	I min. =0.5%
<b>Taludes</b>	Corte (V:H) = 1:1 Rellenos (V:H) =1:1.75

**Fuente:** Elaboración propia

## **7.7 DISEÑO DE PAVIMENTO**

### **7.7.1 NORMATIVA**

Se utilizaron el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; De la sección Suelos y Pavimentos 2013. Elaborado por el MTC y aprobado mediante la RDN°506-2008 MTC/02.

### **7.7.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO**

De acuerdo a la normativa para el diseño de pavimentos tenemos dos parámetros básicos, estos son:

- Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento.
  - Las características de la sub-rasante sobre la que se asienta el pavimento.
- 1) De acuerdo a las cargas de tráfico vehicular para el diseño de un pavimento flexible, teniendo conocimiento que la carretera en estudio es de bajo volumen de tránsito vehicular y que el valor de EE en una proyección de 10 años es de 12,0913 se presentan la siguiente categoría.
    - a) Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

**CUADRO N°68**  
**NÚMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES**  
**EQUIVALENTE DE 8.2T, EN EL CARRIL DE DISEÑO**

TIPOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADOS EN EE
TP1	< 150,000 EE = 300,000 EE
TP2	>3000,000 EE = 500,000 EE
TP3	>500,000 EE = 750,000 EE
TP4	>750,000 EE = 1'000,000 EE

**Fuente:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Pág. 150

- Se considerará un tipo de tráfico pesado **Tp0** para el estudio que se ubica entre  $75,000 < EE < 150,000$
- 2) Las características de la sub-rasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas, de acuerdo a la categoría de sub-rasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

Para el proyecto, se tiene:

- En el kilómetro 0+00 al kilómetro 2+224.47. Debido a que se cuenta con un  $CBR < 10\%$  y  $CBR \geq 11\%$ .

En el siguiente cuadro se clasificarán según su categoría de acuerdo al CBR.

**CUADRO N° 69**  
**CATEGORÍA DE SUB-RASANTE**

CATEGORIA DE SUB-RASANTE	CBR
S0: Sub-rasante Inadecuada	CBR<3%
S1:Sub-rasante Pobre	CBR≥3% CBR<6%
S2:Sub-rasante Regular	De CBR≥6% A CBR <10%
S3: Sub-rasante Buena	De CBR≥10% A CBR <20%
S4:Sub-rasante Muy Buena	De CBR≥20% A CBR <30%
S5:Sub-rasante Extraordinaria	CBR≥30%

**Fuente:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, pág. 151

- La categoría para el tramo es de una sub-rasante que se encuentra entre regular a buena, por lo que se optará por considerarla como regular, por ende se le tendrá que dar un mejoramiento.

### 7.7.3 TIPO DE ESTRUCTURA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

El tipo de estructura que se recomienda es de acuerdo, al tipo de suelo, así mismo al CBR que este presente. Así también al tráfico vial, mostrado en EE. Presentando los siguientes catálogos de diseño:

- Catálogos de Números Estructurales (SN) adoptados por tipo de tráfico y de Sub-rasante.
- Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos de bajo volumen de tránsito ( $\leq 1'000,000$  EE en el carril de diseño) periodo de diseño 10 años.

### CUADRO N°70

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) ADOPTADOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUBRASANTE Tratamiento Superficial Bicapa + Base Granular + Sub Base Granular						
TIPO DE SUBRASANTE CLASE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3% (*)	Pobre 3% ≤ CBR < 6%	Regular 6% ≤ CBR < 10%	Buena 10% ≤ CBR < 20%	Muy Buena 20% ≤ CBR < 30%	Excelente CBR ≥ 30%
Ip0 75,000 < Rep. EE ≤ 150,000			2.146	2.005	1.641	1.404
Ip1 150,000 < Rep. EE ≤ 300,000			2.500	2.240	1.839	1.664
Ip2 300,000 < Rep. EE ≤ 500,000			2.735	2.381	2.005	1.820

(\*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de Suelos, que será materia de Estudio Especial.  
 - Con el Suelo Estabilizado la Estructura del Pavimento a Colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR<10%)

**Fuente:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Pág. 173

### CUADRO N°71

Limitaciones de Tránsito y Geometría Vial  
para la Aplicación de los distintos tipos de Capa Superficial

CAPA SUPERFICIAL	LIMITACIONES DE TRÁNSITO Y GEOMETRÍA VIAL PARA LA APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CAPA SUPERFICIAL		
	TRÁFICO EN EE	PENDIENTE MÁXIMA	CURVATURA HORIZONTAL
Carpeta Asfáltica en Caliente	Sin Restricción	Sin Restricción	Sin Restricción
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	≤ 1'000,000 EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Micropavimento 25mm	≤ 1'000,000 EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Tratamiento Superficial Bicapa.	≤ 500,000 EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	≤ 500,000 EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos que obliguen al frenado de vehículos

**Fuente:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Pág. 168.

### FIGURA N°13

CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE ALTERNATIVA SUPERFICIE DE RODADURA: TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA (T.S.B.)

PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS

EE		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000
CBR%	$M_r = 2555 \times CBR^{0.654}$			
CBR < 6%	< 8,040psi (55.4MPa)			
CBR > 6% < 10%	> 8,040psi (55.4MPa) < 11,150psi (76.9MPa)			
CBR > 10% < 20%	> 11,150psi (76.9MPa) < 17,380psi (119.8MPa)			
CBR > 20% < 30%	> 17,380psi (119.8MPa) < 22,530psi (155.3MPa)			
CBR > 30%	> 22,530psi (155.3MPa)			

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

- Nota: 1. (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos, será definido en estudio específico.  
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.  
 3. En la etapa de Operación y Conservación vial, efectuar entre otros aspectos:  
 a) Evaluaciones Superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectuará al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.  
 b) Evaluaciones Estructurales del pavimento: Deflexiones, se efectuarán al menos una medición cada cuatro años.  
 c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos asfálticos (a cada 3 a 4 años).  
 4. Para su aplicación se deben respetar las limitaciones indicadas en el Manual (según el Cuadro 12.2-2):  
 a) Tráfico máximo en el carril de diseño, hasta 500,000 EE.  
 b) No aplica en tramos con pendiente mayor a 8%.  
 c) No aplica en tramos con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Pág. 180



**FIGURA N°14**  
**DISEÑO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL (BICAPA)**



Fuente: Elaboración propia

**CAPITULO VIII****IMPACTO AMBIENTAL**

---

**8.1 GENERALIDADES**

De acuerdo a la zona de influencia del proyecto, que viene hacer el Distrito de Mache, Provincia de Otuzco departamento de la Libertad, se tiene las siguientes características climatológicas, geomorfológicas, ecológicas y de uso. Por ello, se realiza un rol de actividades a desarrollar, ya que se presentan impactos negativos, debido a la ejecución del proyecto.

**8.2 OBJETIVOS**

Conservar el medio ambiente, como medio natural y social del tramo a desarrollar el proyecto: Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda. La identificación de impactos causados por la ejecución del proyecto.

**8.3 MARCO LEGAL****- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ**

Menciona que los recursos naturales, son patrimonio del Perú, por ello promueve, su uso sostenible de todos los recursos.

**- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE (CONAM)**

Este consejo, fue creado, mediante la Ley N° 26410, con la finalidad de dar solución a las necesidades ambientales y consolidar una política, que garantice un sistema de gestión eficaz, para los problemas que vivencia el País.

**- CÓDIGO DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES**

Es un código que todo proyectista debe tomar en cuenta en el momento de hacer un estudio de Impacto Ambiental, para un determinado proyecto.

## 8.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el distrito de Mache, provincia de Otuzco, Departamento de la Libertad.

El tramo en estudio es desde el Cruce Huamanmarca – Loma Linda

### 8.4.1 CARACTERÍSTICAS ACTUALES

La configuración topográfica del área de influencia ambiental está compuesta por laderas y colinas de relieve accidentado.

El área en estudio, presenta cinco sub cuencas y en las partes altas de las laderas los terrenos son áreas de cultivo, del mismo modo para la parte baja.

## 8.5 ACCIONES A TOMAR EN CUENTA, PARA EL PROYECTO

Este proyecto, básicamente comprende las actividades de diseño, las cuales contempla los trabajos de obras de movimiento de tierras, mejoramiento de subrasante (colocación de sub-base y base), colocación de tratamiento superficial bicapa y señalizaciones.

### Población beneficiada

- Reuniones informativas por parte de la Municipalidad, para la población beneficiada.
- Elaboración de características del estudio, que determine los impactos socio – económicos y ambientales que son necesarios validar a través de la opinión de los pobladores del área de influencia directa.
- Diseñar y ejecutar las consultas por parte de los pobladores.

### **Obra en ejecución**

- Limpieza y desbroce: Se evitará en lo posible el deterioro forestal de los alrededores o áreas aledañas
- Trazo y replanteo c/equipo: Tener en cuenta que el trazo elegido es la única alternativa viable.
- Corte en terreno natural: Este material, será depositado en una zona exclusiva, propuesta por la entidad.

## **8.6 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

### **Área de influencia Directa**

El AID, está conformada por las zonas que podrían experimentar impactos en su medio físico, biótico y social, provocados durante la ejecución y operación del proyecto vial. Que sería los Caseríos Loma Linda y Huamanmarca.

### **Área de influencia Indirecta**

Está compuesta por el área donde los impactos son indirectos, durante la ejecución y operación de la vía. Para determinar el AII se ha tomado en cuenta un contexto más amplio, analizando los impactos indirectos que podría ocasionar este proyecto vial, podemos tomar como área aquella que comprende parte de la población de Lluin y Campo Bello, por donde será el ingreso hacia este tramo en proyecto.

## **8.7 METODOLOGÍA USADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS**

Para identificar impactos, se usa la Matriz de Leopold, que establece relaciones y resultados entre los parámetros físicos, biológicos y socioeconómicos de los caseríos y su ámbito de influencia como consecuencia de las obras que se ejecutarán en los 2.224 km.

### **MATRIZ DE LEOPOLD**

Es un cuadro de doble entrada, donde se consideran las acciones del proyecto y los factores ambientales afectados. Por tanto el cruce de columna y fila, será el impacto ambiental potencial.

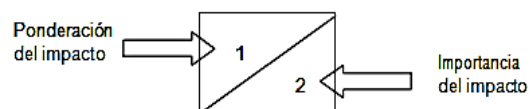
La magnitud, considerada, es de acuerdo a lo siguiente: grado de perjuicio (-) o beneficio del impacto (+) en una escala de:

<b>Impacto</b>	<b>Escala</b>
I. Débil	-1
I. Moderado	-2
I. Fuerte	-3

### **Resultados en la Etapa de Ejecución**

En el cuadro N°80, se puede ver las acciones positivas para la ejecución del proyecto, así mismo, se debe tomar en cuenta los impactos negativos generados, los cuales tendrán que ser monitoreados, a fin de no sobrepasar los límites permisibles.

### **LEYENDA:**



**CUADRO N° 80**
**MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTO AMBIENTAL**
**ETAPA DE CONSTRUCCION (APERTURA)**

C O M P O N E N T E S	Acciones Impactantes  Factores Impactantes		Acciones del Proyecto											
			Abas tamiento de Agua	Can pa n e n t o s	T r a b a j a d o r e	E x p l o t a c i o n	C a n t e r a	M a q u i n a r i a	C h a n c a d o r a	P r e p a r a d o r e	A s r a l t o	C o l o c a c i o n	C a r p e t a	E x c e d e n t e
Físico	Atmósfera	Aire	/	/	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Ruido	/	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-1	2	1	1	1
	Hidroológico	Cantidad	-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Paisaje	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1
	Suelo	Calidad	/	1	1	/	/	/	/	/	/	/	/	-1
		Compactación	-1	1	1	-1	1	1	1	1	2	1	1	1
Biológico	Fauna	Desplazamiento	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Flora	Cobertura	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
Socio Económico	Población	Salud	/	/	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
		Empleo	/	/	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Económica	Agricultura	-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		Agropecuaria	-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		Transporte	/	+1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Turismo	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
		Comercio	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

PONDERACION DE IMPACTOS					IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
Impacto Débil		1			Importancia alta	1
Impacto Moderado	2		Impacto Positivo	+	Importancia media	2
Impacto Fuerte		3	Impacto Negativo	-	Importancia baja	3

**Fuente:** Elaboración Propia, en base a la Ley y Reglamento del SEIA y método Leopold.

**CUADRO N° 81**
**MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTO AMBIENTAL**
**ETAPA DE OPERACIÓN**

C O M P O N E N T E S	Acciones Impactantes  Factores Impactantes		Acciones del Proyecto				
			Tránsito de vehículos en la zona	Incremento de flujo de personas en la carretera	Influencia para el proceso de desarrollo	Conservación periódica de la carretera	
Físico	Atmósfera	Aire	-1	2			
		Ruido	-1	2			
	Hidrológico	Cantidad	-1	1			
		Paisaje			-1		
	Suelo	Calidad			1		
		Compactación					
Biológico	Fauna	Desplazamiento		-1	1		
	Flora	Cobertura					
Socio Económico	Población	Salud			+2	+1	
		Empleo	+1	1		2	
	Económica	Agricultura	+1	1			
		Agropecuaria	+1	1			
		Transporte	+2	2	+1	1	+1
		Turismo	+2	3			+1
		Comercio	+2	2	+1	1	+1

PONDERACION DE IMPACTOS				IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
Impacto Débil	1			Importancia alta	1
Impacto Moderado	2	Impacto Positivo	+	Importancia media	2
Impacto Fuerte	3	Impacto Negativo	-	Importancia baja	3

**Fuente:** Elaboración Propia, en base a la Ley y Reglamento del SEIA y método Leopold.

## **8.8 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Con la elaboración de la matriz, se encontraron impactos negativos y positivos en el proceso de ejecución del proyecto, dándole una ponderación a cada una. A continuación se presentan:

### **A. NEGATIVOS**

#### **Emisiones Sonoras**

Se presentan al iniciar la ejecución, con uso de maquinaria pesada, como: en la eta para de desbroce, corte, relleno, compactación, extracción de material de cantera y eliminación de desmonte.

#### **Alteración Paisajista**

La alteración, se reflejará en la etapa de inicio, en el corte de terreno natural.

### **B. POSITIVOS**

#### **Generación de Empleo**

La ejecución del proyecto, generará empleo a diversos grupos, como son: empleo directo, con personal especializado y personal obrero. Indirecto, aumento de negocios comerciales. La generación de empleo incrementará la economía de los dos grupos.

#### **Elevación de la calidad de vida**

La elevación de la calidad de vida, se verá reflejada, con la ejecución del proyecto, y más aún cuando este ya se haya culminado, el beneficio que este proyecto trae es en la mejora de acceso, facilidad para la extracción de sus productos, más corto el tiempo de llegada hacia sus centros de labor o estudios. Todo aquello bridaré el incremento en cuanto a su calidad de vida de



sus habitantes directos como los caseríos de Loma Linda y Huamanmarca e indirectos como Lluin y Campo Bello.

### **Mejor fluidez vehicular**

Con el proyecto culminado, se tendrá una vía eficaz, donde su tiempo de transporte de productos y tiempo de viaje a sus centros de labores será corto y tranquilo.

### **Mayor facilidad para la comercialización de productos**

Con la carretera pavimentada, se incrementa el transporte de vehículos, lo cual será más fácil para poder comercializar los productos.

### **Reducción en costos de transporte**

Al contar con esta carretera diseñada, el costo del mantenimiento de los vehículos que transiten por ella, será bajos, por ende se presentará una reducción del precio del transporte.

### **Disminución de accidentes**

La disminución de los accidentes, se ve reflejado con un buen diseño vial.

## **8.9 MEDIDAS DE CONTROL**

Son las medidas a tomar en cuenta para los impactos presentados con el proyecto.

### **Emisiones sonoras**

Para este impacto, la entidad que ejecute el proyecto, tendrá que tomar medidas, para los ruidos fuertes, así mismo para la extracción del material de cantera, pueden presentarse material de difícil extracción, el cual necesite de otros medios de explotación, mantener regulado, calibrado los equipos utilizados, de manera que estos no afecten a la población ni al

personal que este laborando. Así mismo se evitará trabajos, ejecutados durante la noche, que afecten la tranquilidad del poblador.

### **Alteración paisajista**

Todo material de eliminación tanto de la vía, como de las obras de arte, tendrán que ser eliminados en el lugar de destino para botadero.

## **8.10 PLAN DE ABANDONO:**

Para el plan de abandono, se tomaron en cuenta, dos items: renovación de material del área que ocuparon las máquinas, el acondicionamiento del área de totadero.

## **8.11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES:**

- El impacto principal, se presentará, cuando inicie la ejecución del proyecto, en la etapa de movimiento de tierras, porque se extraerá material de la cantera, esto se verá afectado en cuanto al paisaje, emisiones sonoras, que podría perturbar a la población.
- Los beneficios positivos que traerá la ejecución de la carretera, serán diversos, como la calidad de vida que es lo más importante, para la población.

### **➤ RECOMENDACIONES**

- Durante el proceso de ejecución de la carretera, se tendrá que seguir cada proceso, a fin de que se lleve un control y se cumpla las medidas que se proponen en el estudio.
- Se recomienda, que la entidad ejecutora sea supervisada, en cuanto a los trabajos que afectan la vegetación agrícola.

## CAPITULO IX

### SEÑALIZACIÓN

---

#### 9.1 SEÑALES VERTICALES.

Las señales verticales, se instalan a la derecha en sentido del tránsito, a nivel de la carretera o también sobre él, con la finalidad de reglamentar, informar y advertir a los transeúntes.

##### 9.1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES VERTICALES

Las señales verticales tienen las siguientes características:

- **Diseño:** tiene que ver con la forma, colores, dimensiones, símbolos. Este es esencial, para que el usuario pueda entenderlo.
- **Mensaje:** tiene que transmitir un mensaje para que el usuario, no se equivoque. Este está compuesto por símbolos y leyenda, formado por palabras y/o números.
- **Forma y Color:**
  - Las señales reglamentarias.- Deben, ser de forma circular, inscrita dentro de una placa que puede ser cuadrada o rectangular.

La señal “PARE” de forma octogonal, la señal “SEDA EL PASO”, de forma de triángulo equilátero, con un vértice hacia abajo.

- Las señales de prevención.- serán de forma romboidal, un cuadrado, con la diagonal correspondiente en posición vertical tendrá la forma romboidal, un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical, la señal de

“ZONA DE NO ADELANTAR”, forma triangular y la señal de “ZONA ESCOLARES”, forma pentagonal.

- Las señales Informativas.- tendrán forma rectangular, con su lado mayor horizontal, a excepción de las que indican en la ruta. Las señales de turismo serán de forma cuadrada.

➤ **Ubicación**

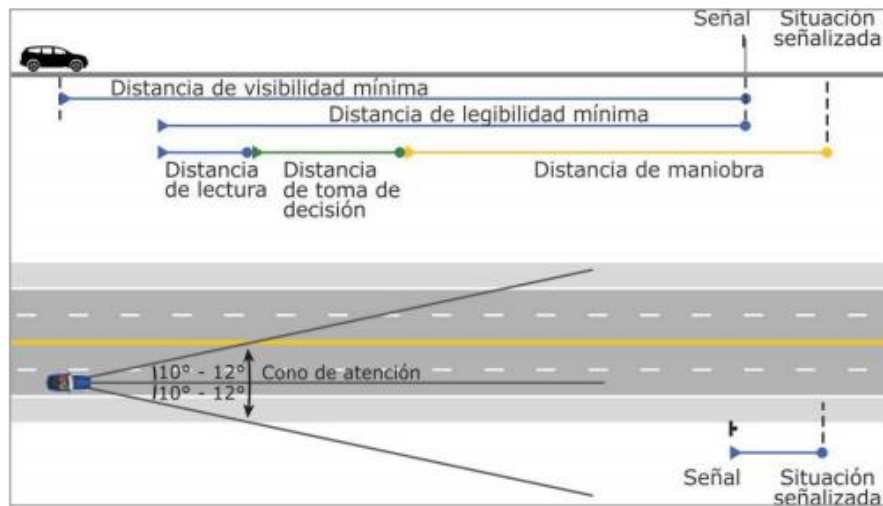
Se considerarán tres puntos:

- Ubicación Longitudinal: Tiene que ver mucho con la distancia entre la señal y la situación a la cual fue destinada.
- Ubicación Lateral: es la distancia entre la calzada y la señal.
- Altura: colocar de acuerdo a norma, y orientación del tablero.

**a) Ubicación longitudinal**

La ubicación longitudinal posibilita al conductor a una percepción y reacción de un problema en la vía, cuando este viaja a una velocidad máxima.

**FIGURA N°16**  
**UBICACIÓN LONGITUDINAL Y DISTANCIAS DE LECTURA**

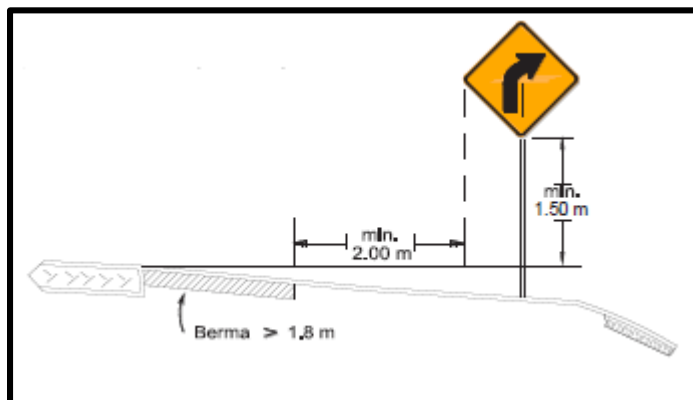


**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Pág. 20

**b) Ubicación lateral**

En zonas Rurales, como es en el que se encuentra el proyecto, la distancia entre el borde de la calzada y el borde de la señal, será como mínimo de 3.60 m.

**FIGURA N°17**  
**EJEMPLO DE UBICACIÓN LATERAL EN ZONAS RURALES**



**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Pág. 21-22

### a) LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS


Son las que informarán al usuario, sobre ciertas normas, son las que regulan el tránsito, indican la velocidad, el lugar de paradas, estacionamiento, posición y el cruce de peatones.

Se clasifican:

- Prioridad
- Prohibición:
  - De maniobras y giros
  - De paso por clase de vehículo
  - Otras
- Restricción
- Obligación
- Autorización

### CUADRO N°76

#### SEÑAL REGLAMENTARIA PARA EL PROYECTO

CLASES	FORMA Y DIMENSIONES	EJEMPLO
Señales de restricción	(R-30) Señal velocidad máxima permitida	

**Fuente:** Elaboración propia, en base a Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Pág. 27-31

### b) SEÑALES PREVENTIVAS

Son las que advierten al conductor, la naturaleza y existencia de un peligro. Colocadas convenientemente a una distancia adecuada, para ayudar al conductor a realizar una maniobra oportuna, para no interrumpir su desplazamiento, ni sufrir algún accidente.

**CUADRO N°77**  
**SEÑALES PREVENTIVAS PARA EL PROYECTO**


CODIGO	REPRESENTACION	CODIGO	REPRESENTACION
P-2A (SEÑAL DE CURVA A LA DERECHA)		P-2B (SEÑAL DE CURVA A LA IZQUIERDA)	

**Fuente:** Elaboración Propia, en base a Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

**c) SEÑALIZACIÓN DE IDENTIFICACIÓN VIAL**

La señal de identificación, tiene como función individualizar la vía, indicando su nombre, símbolo, número.

**CUADRO N°79**  
**SEÑAL DE IDENTIFICACIÓN VIAL PARA EL PROYECTO**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SEÑAL
(I-2A) SEÑAL POSTES DE KILOMETRAJE	Los postes kilométricos tienen por finalidad indicar la distancia con respecto al punto de origen de la vía (km 0+000), de acuerdo a lo establecido en el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC),	

**Fuente:** Elaboración Propia, en base a Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Pág. 99

**CAPITULO X****CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

---

**10.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

- Se realizó el levantamiento topográfico para el tramo en estudio, presentó una topografía accidentada, tomando como datos un total de 641 puntos, que forman 2.224 km del tramo.
- Se realizó el estudio de Mecánica de Suelos para tres calicatas, dichas muestras fueron extraídas empezando por la primera en el km 0+00.00, km 1+00.00 y la última en el km 2+224.45. Según clasificación SUCS se encontró CL, ML, SM. Según clasificación AASHTO A-7-6(8) , A-7-6(8), A-4(0). Se realizó un CBR al 100% de 11.83 y al 95% de 9.88, para la segunda calicata, optando por categorizar como una sub rasante regular.
- Para el estudio Hidrológico, se tomó datos de la Estación Julcán, dichos datos ayudaron a realizar los cálculos hidrológicos, tomando como caudal máximo 56.60 mm del año 2001 y 54.50 mm del año 2011, los cuales permitieron establecer diseños para cunetas y alcantarillas de paso con diámetros de 40", 48" y 60".
- Se elaboró el diseño geométrico, haciendo previamente un estudio de tráfico, se obtuvo valores de IMD < 400 veh/día, clasificándola como una vía de tercera clase, con velocidad Directriz de 30km/h, se optó por un tratamiento superficial Bicapa.
- Se realizó el estudio de Impacto Ambiental, encontrando impactos negativos, contaminación del área ocupada por la maquinaria, explotación de la cantera; Estos aspectos serán mitigados con la renovación de suelos de material proveniente del corte del tramo. Los impactos positivos serán el transporte de carga y pasajeros.



- Se elaboró el Presupuesto General con sus respectivos análisis, teniendo como resultado s/. 1 281 754.95

## REFERENCIAS

- Municipalidad Distrital de Mache (2014) **“MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE – MACHE – PRIMAVERA- BOLOGNESI PARTE BAJA (RIO CHANGAS), DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD”**.
- Municipalidad Distrital de Mache (2014) **“MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE MACHE - RICARDO PALMA-QUINIGÓN, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD”**.
- Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. Sección Suelos y Pavimentos.
- Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC
- Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito
- Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” (DG-2014)