



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO  
UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE  
SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”**

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

### **AUTOR**

TORRES CALDERÓN, Bryan Wilson

### **ASESOR**

FARFÁN CÓRDOVA, Marlon Gastón

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

**TRUJILLO – PERÚ**

2018

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN**

TESISTA: TORRES CALDERÓN, Bryan Wilson.

TEMA:

**“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO  
UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE  
SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”**

### MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR

---

Ing. Marlon Farfán Córdova

Presidente

---

Ing. Hilbe Rojas Salazar

Secretario

---

Ing. Luis Alberto Horna Araujo

Vocal

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a **Dios**, ante todo, por fortalecer mi alma, cuerpo y mente en los momentos de dificultad y las bendiciones derramadas sobre mí en todo aspecto; así como a las buenas personas que ha puesto en mi camino en el transcurso de mi formación.

Del mismo modo a mis motores de superación, a mi madre **Faustina Calderón, Santa Cruz** y padre **Wilson Julio, Torres Machuca**; por saber guiarme con su infinita sabiduría en la vida y el amor incondicional que me brindan todos los días. Por tener las palabras precisas para toda ocasión y la formación íntegra que me han brindado, no me alcanza la vida para agradecerles y retribuirles; los amo.

A mis hermanas **Helen Zuheili Torres Calderón, Shirley Katherine Torres Calderón, y Lady Sheila Torres Calderón** por ser mis ejemplos de superación y estar ahí cuando las necesitaba; las amo.

A los hermanos **Ricardo Poma Castillo** y **Sergio Poma Castillo**, así mismo a **Renzo Espinoza Castillo** por las oportunidades que me han brindado, que han forjado la mejor versión de mí, tanto en lo personal como en lo profesional.

En fin, a todos los amigos y familiares que han estado presentes en el transcurso de mi vida y ahora en la culminación de mi desarrollo profesional.

*Torres Calderón, Bryan Wilson*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por los padres maravillosos que me ha dado y todas las bendiciones derramadas, así mismo a mis padres por su amor infinito y el apoyo incondicional que me brindan día a día; que han logrado forjarme tanto en lo humanitario como en lo profesional.

AL Ing. Horna Araujo Luis Alberto, por el apoyo técnico en la realización de la presente tesis y los consejos brindados para la mejora constante de esta, hasta su presentación.

Agradezco a la Municipalidad Distrital de Chugay por brindarme el apoyo logístico y las facilidades para que este proyecto se concrete.

Del mismo modo a los docentes que en el transcurso de mi formación profesional me han brindado sus experiencias, consejos y conocimientos; forjando en mí la pasión por la ingeniería civil.

*Torres Calderón, Bryan Wilson*

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Bryan Wilson Torres Calderón, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 76516330; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, julio del 2018

---

Torres Calderón, Bryan Wilson

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: “*Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo Uchubamba - Yamán, distrito de Chugay - provincia de Sánchez Carrión - departamento La Libertad*”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene un proyecto Vial de Ingeniería dentro de las zonas rurales del distrito de Chugay, por lo que constato que esta vía es indispensable para el desarrollo de los pueblos, permitiéndoles acceder a servicios básicos con mayor facilidad y generando inclusión tanto económica como social.

---

**Bryan Wilson Torres Calderón**

# ÍNDICE

<b>PÁGINA DEL JURADO</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	v
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	vi
<b>ÍNDICE</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	xix
<b>ABSTRACT</b> .....	xx
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	21
1.1. Realidad problemática .....	22
1.2. Aspectos generales .....	23
1.3. Trabajos previos .....	27
1.4. Teorías relacionadas al tema.....	31
1.5. Formulación del problema.....	40
1.6. Justificación del estudio.....	40
1.7. Hipótesis .....	41
1.8. Objetivos.....	41
1.8.1. Objetivo general .....	41
1.8.2. Objetivos específicos.....	41
<b>II. MÉTODO</b> .....	42
2.1. Diseño de investigación.....	42
2.2. Variables, operacionalización.....	42
2.2.1. Objetivo general .....	42
2.2.2. Objetivos específicos.....	42
2.2.3. Operacionalización de variables .....	44
2.3. Población y muestra.....	45
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	45

2.5. Métodos de análisis de datos .....	46
2.6. Aspectos éticos .....	46
<b>III.RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
3.1. Estudio topográfico.....	47
3.1.1. Generalidades.....	47
3.1.1.1. Sistema de unidades .....	47
3.1.1.2. Sistema de referencia .....	47
3.1.1.3. Información recopilada .....	47
3.1.2. Ubicación.....	48
3.1.3. Reconocimiento de la zona.....	48
3.1.4. Metodología de trabajo .....	49
3.1.4.1. Personal .....	49
3.1.4.2. Equipos .....	49
3.1.4.3. Materiales .....	49
3.1.5. Procedimiento .....	49
3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona .....	49
3.1.5.2. Puntos de georreferenciación .....	50
3.1.5.3. Ubicación del punto inicial y final.....	50
3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos.....	50
3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico.....	52
3.1.6. Trabajo de gabinete .....	52
3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos	52
3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera.....	52
3.2.1. Estudio de suelos .....	52
3.2.1.1. Alcance .....	52
3.2.1.2. Objetivos.....	53
3.2.1.3. Descripción del proyecto .....	53
3.2.1.4. Descripción de los trabajos.....	53
3.2.1.4.1. Metodología.....	53
3.2.1.4.2. Evaluación de la vía.....	53
3.2.1.4.3. Ensayos de laboratorio.....	56
3.2.1.4.4. Resultados de los estudios de mecánica de suelos....	58



3.2.1.4.5. Estratigrafía del suelo .....	61
3.2.2. Estudio de cantera.....	61
3.2.2.1. Identificación de la cantera.....	61
3.2.2.2. Evaluación de las características de la cantera.....	62
3.2.2.3. Resultados de los estudios de la cantera .....	62
3.2.3. Estudio de fuente de agua .....	64
3.2.3.1. Ubicación.....	64
3.3. Estudio hidrológico y obras de arte .....	64
3.3.1. Hidrología.....	64
3.3.1.1. Generalidades.....	64
3.3.1.2. Objetos del estudio .....	65
3.3.1.3. Estudios hidrológicos.....	65
3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica.....	65
3.3.2.1. Información pluviométrica .....	65
3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas.....	65
3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos.....	67
3.3.2.4. Curvas de intensidad – duración – frecuencia.....	73
3.3.2.5. Cálculos de caudales .....	76
3.3.2.6. Tiempo de concentración.....	77
3.3.3. Hidráulica y drenaje .....	79
3.3.3.1. Drenaje superficial .....	79
3.3.3.2. Diseño de cunetas .....	81
3.3.3.3. Diseño de alcantarilla de paso.....	88
3.3.3.4. Consideraciones de aliviaderos.....	90
3.3.4. Resumen de obras de arte .....	94
3.4. Diseño geométrico de la carretera .....	95
3.4.1. Generalidades.....	95
3.4.2. Normatividad .....	95
3.4.3. Clasificación de las carreteras .....	95
3.4.3.1. Clasificación por demanda .....	96
3.4.3.2. Clasificación por su orografía .....	96
3.4.4. Estudio de tráfico.....	96

3.4.4.1.	Generalidades .....	96
3.4.4.2.	Costos y clasificación.....	97
3.4.4.3.	Metodología .....	97
3.4.4.4.	Procesamiento de la información.....	97
3.4.4.5.	Determinación del índice medio diario (IMD) .....	97
3.4.4.6.	Determinación del factor de corrección .....	98
3.4.4.7.	Resultados de conteo vehicular.....	99
3.4.4.8.	IMDa por estación .....	107
3.4.4.9.	Proyección de tráfico.....	108
3.4.4.10.	Tráfico generado.....	108
3.4.4.11.	Tráfico total.....	109
3.4.4.12.	Cálculo de ejes equivalentes.....	109
3.4.4.13.	Clasificación de vehículo.....	110
3.4.5.	Parámetros básicos para el diseño en zona rural.....	111
3.4.5.1.	Índice medio diario anual (IMDa) .....	111
3.4.5.2.	Velocidad de diseño .....	111
3.4.5.3.	Radios mínimos .....	112
3.4.5.4.	Anchos mínimos de calzada en tangente .....	113
3.4.5.5.	Distancia de visibilidad.....	114
3.4.6.	Diseño geométrico en planta .....	116
3.4.6.1.	Generalidades.....	116
3.4.6.2.	Tramos en tangente .....	117
3.4.6.3.	Curvas circulares .....	118
3.4.6.4.	Curvas de transición.....	119
3.4.6.5.	Curvas de vuelta .....	120
3.4.7.	Diseño geométrico en perfil .....	120
3.4.7.1.	Generalidades.....	121
3.4.7.2.	Pendiente .....	121
3.4.7.3.	Curvas verticales.....	122
3.4.8.	Diseño geométrico de la sección transversal .....	129
3.4.8.1.	Generalidades.....	129
3.4.8.2.	Calzada .....	129

3.4.8.3.	Bermas .....	130
3.4.8.4.	Bombeo.....	130
3.4.8.5.	Peralte .....	131
3.4.8.6.	Taludes.....	131
3.4.8.7.	Cunetas .....	132
3.4.9.	Cuadro resumen del diseño geométrico de la carretera.....	132
3.4.10.	Diseño del pavimento.....	133
3.4.10.1.	Generalidades.....	133
3.4.10.2.	Datos del CBR mediante el estudio de suelos.....	133
3.4.10.3.	Datos del estudio de tráfico .....	136
3.4.10.4.	Espesor de pavimento, base y subbase granular .....	140
3.4.11.	Señalización .....	147
3.4.11.1.	Generalidades.....	147
3.4.11.2.	Requisitos .....	148
3.4.11.3.	Señales verticales.....	149
3.4.11.4.	Colocación de señales .....	149
3.4.11.5.	Señales en el proyecto de investigación.....	151
3.5.	Estudio de impacto ambiental .....	156
3.5.1.	Generalidades.....	156
3.5.2.	Objetivos.....	156
3.5.3.	Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA) .....	157
3.5.4.	Infraestructura de servicio .....	161
3.5.5.	Diagnóstico ambiental.....	162
3.5.5.1.	Medio físico .....	162
3.5.5.2.	Medio biótico.....	163
3.5.5.3.	Medio socio económico y cultural.....	163
3.5.6.	Área de influencia del proyecto .....	163
3.5.7.	Evaluación de impacto ambiental en el proyecto.....	164
3.5.7.1.	Matriz de impactos ambientales.....	164
3.5.7.2.	Magnitud de los impactos.....	164
3.5.7.3.	Matriz causa – efecto de impacto ambiental .....	164

3.5.8.	Descripción de los impactos ambientes .....	167
3.5.8.1.	Impactos ambientales negativos .....	172
3.5.8.2.	Impactos ambientales positivos .....	172
3.5.9.	Plan de manejo socio ambiental.....	172
3.5.10.	Plan de control y seguimiento .....	174
3.5.11.	Plan de contingencias.....	175
3.5.12.	Conclusiones y recomendaciones .....	176
3.5.12.1.	Conclusiones.....	176
3.5.12.2.	Recomendaciones.....	176
3.6.	Especificaciones técnicas .....	177
3.6.1.	Obras preliminares.....	177
3.6.2.	Movimiento de tierras.....	184
3.6.3.	Afirmado .....	194
3.6.4.	Pavimentos.....	198
3.6.5.	Obras de arte y drenaje .....	217
3.6.6.	Señalización.....	234
3.6.7.	Transporte de material .....	239
3.6.8.	Mitigación de impacto ambiental .....	242
3.6.9.	Concretos .....	245
3.7.	Análisis de costos y presupuestos.....	250
3.7.1.	Resumen de metrados.....	250
3.7.2.	Presupuesto general .....	251
3.7.3.	Cálculo de partida de costo de movilización .....	253
3.7.4.	Desagregado de gastos generales .....	258
3.7.5.	Análisis de costos unitarios .....	259
3.7.6.	Relación de insumos.....	259
3.7.7.	Fórmula polinómica.....	259
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>260</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>262</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>264</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>265</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>266</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1:</b> Población estimada por área urbano – rural y sexo, según departamentos, provincias y distritos. 2014 – 2015.....	25
<b>CUADRO 2:</b> Vías de acceso .....	26
<b>CUADRO 3:</b> Matriz de operacionalización.....	44
<b>CUADRO 4:</b> Coordenadas georreferenciadas.....	47
<b>CUADRO 5:</b> Coordenadas de punto inicial y final .....	50
<b>CUADRO 6:</b> Códigos usados en el levantamiento topográficos .....	51
<b>CUADRO 7:</b> Número de calicatas para exploración de suelos .....	54
<b>CUADRO 8:</b> Número de ensayos MR y CBR .....	55
<b>CUADRO 9:</b> Número de calicatas y su ubicación .....	56
<b>CUADRO 10:</b> Estudios de mecánica de suelos realizados .....	57
<b>CUADRO 11:</b> Resumen de resultados del estudio de suelos .....	60
<b>CUADRO 12:</b> Resumen de resultados del estudio de suelos de cantera.....	63
<b>CUADRO 13:</b> Datos generales para el estudio hidrológico y obras de arte .....	65
<b>CUADRO 14:</b> Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) .....	66
<b>CUADRO 15:</b> Valores de periodo de retorno T (años).....	68
<b>CUADRO 16:</b> Valores máximos recomendados de riesgo admisible para obras de drenaje .....	68
<b>CUADRO 17:</b> Vida útil considerada (n).....	69
<b>CUADRO 18:</b> Modelos de distribución.....	70
<b>CUADRO 19:</b> Valores críticos $\Delta$ para la prueba Kolmogorov – Smirnov .....	71
<b>CUADRO 20:</b> Precipitaciones (mm) para diferentes duraciones y periodos de retorno .....	73
<b>CUADRO 21:</b> Precipitaciones (mm/h) para diferentes duraciones (D) y periodos de retorno (T).....	73
<b>CUADRO 22:</b> Resultados del análisis de regresión .....	74
<b>CUADRO 23:</b> Intensidad – duración – frecuencia .....	75
<b>CUADRO 24:</b> Coeficientes de escorrentía – método racional .....	77
<b>CUADRO 25:</b> Caudal máximo de cuenca .....	77
<b>CUADRO 26:</b> Tiempo de concentración dentro del área de estudio .....	78
<b>CUADRO 27:</b> Inclinação máxima del talud (V: H) interior de la cuneta .....	82
<b>CUADRO 28:</b> Cálculo de caudales de diseño para cunetas.....	84

<b>CUADRO 29:</b> Dimensiones mínimas para las cunetas .....	85
<b>CUADRO 30:</b> Valores de rugosidad “n” de Manning.....	86
<b>CUADRO 31:</b> Cuadro de comparación y verificación de caudales en toda la vía en cunetas .....	87
<b>CUADRO 32:</b> Velocidades máximas según el tipo de superficie .....	88
<b>CUADRO 33:</b> Alcantarillas de paso.....	88
<b>CUADRO 34:</b> Caudal de aporte de la alcantarilla de paso .....	89
<b>CUADRO 35:</b> Cálculo de diámetros comerciales para las alcantarillas de paso.....	89
<b>CUADRO 36:</b> Alcantarillas de alivio.....	90
<b>CUADRO 37:</b> Cálculo de caudales de diseño para alcantarillas de alivio .....	92
<b>CUADRO 38:</b> Cuadro de comparación y verificación de caudales en toda la vía en aliviaderos .....	94
<b>CUADRO 39:</b> Ubicación de la estación.....	97
<b>CUADRO 40:</b> Factor de corrección .....	99
<b>CUADRO 41:</b> Volumen de tráfico - lunes.....	100
<b>CUADRO 42:</b> Volumen de tráfico - martes .....	101
<b>CUADRO 43:</b> Volumen de tráfico - miércoles .....	102
<b>CUADRO 44:</b> Volumen de tráfico - jueves .....	103
<b>CUADRO 45:</b> Volumen de tráfico - viernes .....	104
<b>CUADRO 46:</b> Volumen de tráfico - sábado .....	105
<b>CUADRO 47:</b> Volumen de tráfico - domingo .....	106
<b>CUADRO 48:</b> Resumen de volumen de tráfico .....	107
<b>CUADRO 49:</b> Proyección del parque vehicular estimado, según la clase de vehículo 2008 - 2009.....	108
<b>CUADRO 50:</b> Proyección de la demanda en la situación sin proyecto.....	109
<b>CUADRO 51:</b> Proyección de la demanda en la situación con proyecto .....	109
<b>CUADRO 52:</b> Índice medio diario anual del proyecto .....	111
<b>CUADRO 53:</b> Velocidad de diseño en función de la clasificación de la carretera .....	112
<b>CUADRO 54:</b> Radios mínimos y peraltes máximos para el diseño de carreteras.....	113
<b>CUADRO 55:</b> Ancho mínimo de calzada en tangente .....	113
<b>CUADRO 56:</b> Distancia de visibilidad de parada (metros) .....	115
<b>CUADRO 57:</b> Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos .....	115

<b>CUADRO 58:</b> Longitud mínima de curva .....	116
<b>CUADRO 59:</b> Deflexión aceptable en curva.....	117
<b>CUADRO 60:</b> Longitudes de tramos en tangente.....	117
<b>CUADRO 61:</b> Longitudes de tramos en tangente.....	118
<b>CUADRO 62:</b> Longitudes de transición del peralte según la velocidad (30 km/h) .....	119
<b>CUADRO 63:</b> Relación de radios interiores y exteriores en función del tipo de vehículo de diseño.....	120
<b>CUADRO 64:</b> Casos particulares de pendiente mínima .....	121
<b>CUADRO 65:</b> Pendiente máxima.....	122
<b>CUADRO 66:</b> Tipo de curvas verticales.....	122
<b>CUADRO 67:</b> Valores del índice k para el cálculo de la curva vertical convexa en carreteras de tercera clase.....	123
<b>CUADRO 68:</b> Valores del índice k para el cálculo de la curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase.....	124
<b>CUADRO 69:</b> Ancho mínimo de la calzada.....	129
<b>CUADRO 70:</b> Anchos de bermas .....	130
<b>CUADRO 71:</b> Inclinação de las bermas .....	130
<b>CUADRO 72:</b> Valores de bombeo de la calzada .....	131
<b>CUADRO 73:</b> Valores de peralte máximo .....	131
<b>CUADRO 74:</b> Valores referenciales para taludes en corte .....	132
<b>CUADRO 75:</b> Valores para taludes en zonas de relleno (relación v: h) .....	132
<b>CUADRO 76:</b> Cuadro resumen del diseño geométrico de la carretera .....	133
<b>CUADRO 77:</b> Resultados de CBR al 95% obtenidos en el EMS .....	135
<b>CUADRO 78:</b> Categoría de subrasante.....	136
<b>CUADRO 79:</b> Tránsito de vehículos en función de IMDa .....	136
<b>CUADRO 80:</b> Factores de distribución direccional (Fd) y carril (Fc) para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	136
<b>CUADRO 81:</b> Tasa anual de crecimiento.....	137
<b>CUADRO 82:</b> Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp) .....	138
<b>CUADRO 83:</b> Parámetros para el cálculo de ejes equivalentes .....	138
<b>CUADRO 84:</b> Cálculo del tráfico de diseño .....	139

<b>CUADRO 85:</b> Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 TN, en el carril de diseño para pavimentos flexibles.....	140
<b>CUADRO 86:</b> Espesores de afirmado en mm para valores de CBR de diseño y ejes equivalentes.....	142
<b>CUADRO 87:</b> Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 TN, en el carril de diseño para pavimentos flexibles.....	145
<b>CUADRO 88:</b> Grados de impactos ambientales .....	164
<b>CUADRO 89:</b> Matriz de impacto ambiental durante la etapa de ejecución .....	165
<b>CUADRO 90:</b> Medición del impacto ambiental .....	166
<b>CUADRO 91:</b> Matriz de impacto ambiental durante la etapa de operación .....	166
<b>CUADRO 92:</b> Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales.....	168
<b>CUADRO 93:</b> Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales.....	169
<b>CUADRO 94:</b> Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales.....	170
<b>CUADRO 95:</b> Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales.....	171
<b>CUADRO 96:</b> Medidas preventivas del EIA.....	176

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Ubicación nacional del proyecto .....	23
<b>FIGURA 2:</b> Ubicación provincial del proyecto.....	23
<b>FIGURA 3:</b> Ubicación distrital del proyecto.....	23
<b>FIGURA 4:</b> Ubicación local del proyecto .....	23
<b>FIGURA 5:</b> Obra de arte ubicada (alcantarilla) .....	48
<b>FIGURA 6:</b> Caudal de aporte .....	48
<b>FIGURA 7:</b> Ubicación de las calicatas del proyecto – vista Google Earth.....	59
<b>FIGURA 8:</b> Perfil estratigráfico .....	61
<b>FIGURA 9:</b> Ubicación de la cantera .....	62
<b>FIGURA 10:</b> Ubicación de la fuente de agua del proyecto – vista Google Earth.....	64
<b>FIGURA 11:</b> Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas (mm) - estación Huamachuco .....	66



<b>FIGURA 12:</b> Curvas de intensidad – duración - frecuencia.....	75
<b>FIGURA 13:</b> Cálculo hidráulico de la cuneta .....	86
<b>FIGURA 14:</b> Diámetros comerciales .....	90
<b>FIGURA 15:</b> Cálculo hidráulico de los aliviaderos .....	93
<b>FIGURA 16:</b> Dimensiones de las alcantarillas de alivio.....	94
<b>FIGURA 17:</b> IMDa – variación horaria .....	107
<b>FIGURA 18:</b> Camión 2E.....	110
<b>FIGURA 19:</b> Clasificación vehicular .....	110
<b>FIGURA 20:</b> Elementos de curva.....	119
<b>FIGURA 21:</b> Curva vertical convexa simétrica .....	123
<b>FIGURA 22:</b> Curva vertical convexa asimétrica.....	124
<b>FIGURA 23:</b> Curva vertical cóncava simétrica.....	125
<b>FIGURA 24:</b> Curva vertical cóncava asimétrica.....	125
<b>FIGURA 25:</b> Elementos de la curva vertical simétrica .....	126
<b>FIGURA 26:</b> Elementos de la curva vertical asimétrica .....	127
<b>FIGURA 27:</b> Catálogo de capas de afirmado (revestimiento granular) periodo de diseño 10 años.....	143
<b>FIGURA 28:</b> Catálogo de estructuras de pavimento flexible alternativa superficie de rodadura: tratamiento superficial bicapa (T.S.B) periodo de diseño 10 años.....	146
<b>FIGURA 29:</b> Ubicación longitudinal y distancias de lectura.....	149
<b>FIGURA 30:</b> Ejemplos de ubicación lateral de señales en zona rural .....	150
<b>FIGURA 31:</b> Orientación .....	151
<b>FIGURA 32:</b> Señales reglamentarias .....	153
<b>FIGURA 33:</b> Señales preventivas .....	154
<b>FIGURA 34:</b> Señal informativa – poste kilométrico de red vecinal .....	156

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

<b>FÓRMULA 1:</b> Modelo de Frederich Bell.....	72
<b>FÓRMULA 2:</b> Modelo de Yance Tueros.....	72
<b>FÓRMULA 3:</b> Intensidad máxima.....	74
<b>FÓRMULA 4:</b> Caudal máximo de diseño.....	76
<b>FÓRMULA 5:</b> Tiempo de concentración – Kirpich (1940) .....	78
<b>FÓRMULA 6:</b> Intensidad máxima.....	82

<b>FÓRMULA 7:</b> Ecuación de Manning .....	85
<b>FÓRMULA 8:</b> Índice medio diario anual .....	98
<b>FÓRMULA 9:</b> Índice medio diario .....	98
<b>FÓRMULA 10:</b> Tráfico total .....	108
<b>FÓRMULA 11:</b> Radio mínimo .....	112
<b>FÓRMULA 12:</b> Distancia de parada.....	115
<b>FÓRMULA 13:</b> Longitud de curva mínima.....	116
<b>FÓRMULA 14:</b> Elementos de curva.....	118
<b>FÓRMULA 15:</b> Diferencia algebraica de pendientes (%) .....	126
<b>FÓRMULA 16:</b> Externa.....	127
<b>FÓRMULA 17:</b> Distancia horizontal o vertical .....	127
<b>FÓRMULA 18:</b> Externa.....	128
<b>FÓRMULA 19:</b> Ordenada horizontal o vertical .....	128
<b>FÓRMULA 20:</b> Factores de crecimiento acumulado (Fca) .....	137
<b>FÓRMULA 21:</b> Ejes equivalentes en función del tipo de vehículo.....	138
<b>FÓRMULA 22:</b> Espesor de la capa de afirmado en mm. ....	140

## RESUMEN

La presente tesis lleva como título “Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo Uchubamba – Yamán, distrito de Chugay – provincia de Sánchez Carrión – departamento La Libertad”. El proyecto inició con la visita a la zona de estudio para la recolección de datos sobre su topografía, características locales socio – económicas, entre otros aspectos que ayuden a desarrollar el estudio. Obtenida la información deseada, se realizó los trabajos de gabinete necesarios para diseñar la carretera cuya clasificación es de tercera clase.

Luego, se procedió a realizar el diseño geométrico de la vía con la data del levantamiento topográfico utilizando software de diseño de carreteras, obteniéndose una longitud de 5 kilómetros de vía bajo los parámetros del “Manual de diseño geométrico para carreteras DG, 2014”, así mismo se incluyó una adecuada señalización para la vía.

Para la presente tesis se realizó 4 calicatas necesarias para el estudio de mecánica de suelos, situadas a lo largo del eje de la vía; además, se extrajo material de 1 calicata de la cantera más cercana a la zona, realizándose los ensayos de laboratorio respectivos.

Se procedió a realizar un diseño a nivel de pavimento con un tratamiento superficial bicapa, tomando que esta vía será una apertura y considerando los datos de CBR que se obtuvieron. Obteniéndose como resultado un espesor de 0.15 m de subbase de afirmado, 0.27 m de base granular y 2.50 cm de tratamiento superficial bicapa, siguiendo la normativa del “Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014”.

De igual forma se realizó un estudio hidrológico el cual sirvió para diseñar las cunetas y alcantarillas de paso y alivio, el cálculo se realizó utilizando el método racional y el uso de software de diseño. Se realizó el estudio de impacto ambiental, el cual contempló las principales acciones de mitigación ante la ejecución del proyecto.

Finalmente se realizaron los metrados, análisis de costos, presupuestos, cronograma, especificaciones técnicas, planos y panel fotográfico para este proyecto cuyo costo total de obra 4'491,538.09 nuevos soles, el cual incluye los costos directos, gastos generales, utilidades e IGV.

Palabras Clave: Carretera, diseño geométrico, mejoramiento, tratamiento superficial bicapa

**El autor.**

## ABSTRACT

This thesis is entitled "Design for the improvement of the road, Uchubamba – Yamán section, Chugay district – Sánchez Carrión province – La Libertad department".

The project began with the visit to the study area to collect data on its topography, local socio - economic characteristics, among other aspects that help to develop the study. Obtained the desired information, the necessary cabinet work was carried out to design the road whose classification is of third class.

Then, we proceeded to perform the geometric design of the road with the data of the topographic survey using road design software, obtaining a length of 5 kilometers of track under the parameters of the "Manual of geometric design for DG roads, 2014", as well same was included an adequate signage for the road.

For the present thesis, 4 test pits were necessary for the study of soil mechanics, located along the axis of the road; In addition, material from 1 quarry was extracted from the quarry closest to the area, performing the respective laboratory tests.

We proceeded to design a pavement level with a bilayer surface treatment, taking this route as an opening and considering the CBR data that were obtained. Obtaining as a result a thickness of 0.15 m of subbase of affirmed, 0.27 m of granular base and 2.50 cm of bilayer surface treatment, following the regulations of the "Manual of roads: soils, geology, geotechnics and pavements, 2014".

Likewise, a hydrological study was carried out, which was used to design the gutters and culverts of passage and relief, the calculation was made using the rational method and the use of design software. The environmental impact study was carried out, which contemplated the main mitigation actions before the execution of the project.

Finally, the measurements, cost analysis, budgets, schedule, technical specifications, plans and photographic panel were made for this project whose total cost of work 4'491,538.09 nuevos soles, which includes direct costs, general expenses, utilities and IGV.

**Keywords:** *Road, geometric design, improvement, bilayer surface treatment*

**The author.**

## **I. INTRODUCCIÓN**

Las infraestructuras viales tanto urbanas como rurales son elementos importantes en el desarrollo sostenible de una nación, ya que generan crecimiento económico e inclusión social, con la finalidad de aportar a esta noción de crecimiento sostenible se genera el proyecto titulado “Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo Uchubamba – Yamán, distrito de Chugay – provincia de Sánchez Carrión – departamento La Libertad” que tiene como finalidad mejorar la trocha carrozable a nivel de pavimentado para generar la facilidad de acceso a los servicios básicos como son: salud, educación, comercio, entre otros. La economía de la zona en estudio, depende básicamente de las actividades agrícolas (sembríos de papa) y pecuarias, por esta razón se requiere una vía que permita mejorar las condiciones de transporte de la población.

Actualmente el estado de la vía es preocupante, debido a los baches producidos por los lodos generados por las fuertes lluvias que se dan en la zona y el paso de vehículos pesados, así como también la existencia de piedras que deterioran el estado de los vehículos y generan costos que perjudican a los conductores al transitar tornándose dificultoso y peligroso el acceso a la zona. Así mismo, no cuentan con señalización vial lo cual agrava aún más la situación, ya que se han generado numerosos accidentes, siendo los despistes los de mayor preocupación.

Con el mejoramiento de la trocha se obtendrá un acceso, generando un crecimiento sostenible y mejorando por ende el nivel socioeconómico y cultural del área de influencia del proyecto, por tal motivo se desea realizar un adecuado diseño geométrico de la carretera, obras de arte que faciliten el drenaje de las aguas pluviales, señales de seguridad para reducir la posibilidad de accidentes.

## **1.1. Realidad problemática**

Actualmente, los centros poblados de Uchubamba y Yamán, presentan una carretera en mal estado debido a las fuertes lluvias producidas entre los meses de enero a marzo, siendo la vía perjudicado por la circulación de camiones que llegan para transportar productos agrícolas que produce la zona, interrumpiendo el crecimiento rural, tal es así que esto ha promovido el uso de transporte individual en vehículos particulares de manera muy frecuente, motivo por el cual no cuentan con una infraestructura vial adecuada lo que genera colisiones, despistes y en consecuencia discapacitados, heridos y muertos. Su economía depende básicamente de las actividades agrícolas (sembríos de papa) y pecuarias, por esta razón se requiere una vía que permita mejorar las condiciones de transporte de la población.

El estado actual de la vía está deteriorada debido a los lodos producidos por las fuertes lluvias que se dan en la zona y el paso de vehículos pesados, así como también la existencia de piedras y el desgaste del suelo obstaculizándose la transitabilidad de los pobladores y comerciantes siendo el camino dificultoso y peligroso. Así mismo, no cuentan con señalización vial, haciendo dificultoso el acceso a los servicios públicos.

Motivo por el cual con la finalidad de revertir esta realidad, el autor, los pobladores y conjunto con la municipalidad distrital de Chugay, toman la decisión de materializar el proyecto de investigación denominado: “Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo Uchubamba - Yamán, distrito de Chugay - provincia de Sánchez Carrión - departamento La Libertad” de tal forma se pretende reactivar la economía en la zona, generando nuevos focos de ingresos como son el comercio básicamente y el acceso seguro a la zona (turismo). De esta manera se solucionará este gran problema que aqueja por año a los pobladores de Uchubamba y Yamán.

### 1.1.1. Aspectos generales:

#### Ubicación política

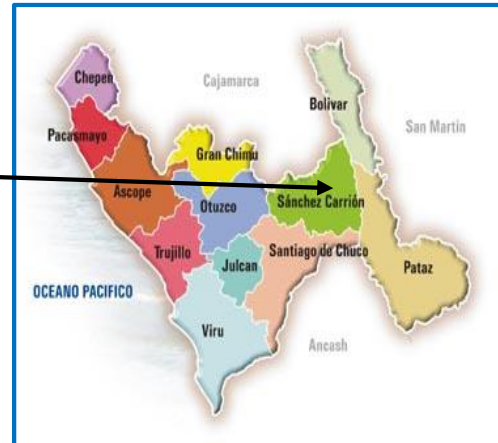
FIGURA 1



**Ubicación nacional del proyecto**

Fuente: Internet – Historia, geografía y economía 4º año

FIGURA 2



**Ubicación provincial del proyecto**

Fuente: Internet – Perú travels.net

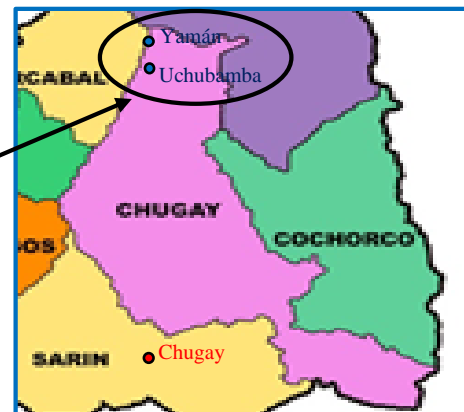
FIGURA 3



**Ubicación distrital del proyecto**

Fuente: Internet – Municipalidad Provincial Sánchez Carrión

FIGURA 4



**Ubicación local del proyecto**

Fuente: Internet – Municipalidad Provincial Sánchez Carrión

### **Ubicación geográfica:**

El distrito de Chugay se encuentra ubicado al este y a 50 km de Huamachuco, ocupando una superficie de 416.31 km<sup>2</sup>, con una altura aproximada de entre 3250 a 3370m.s.n.m., latitud sur 07°46'42'' y .longitud oeste: 77°51'54'' aproximadamente.

A continuación, se detallan las coordenadas y elevaciones de las zonas de estudio:

### **Centro poblado de Uchubamba:**

- ✓ Coordenadas UTM: 17S - 186336.37m E – 9144832.52 N
- ✓ Elevación: 2550 m.s.n.m. (cota promedio)

### **Caserío de Yamán:**

- ✓ Coordenadas UTM: 17S - 187768.92m E – 9148012.24 N
- ✓ Elevación: 2750 m.s.n.m. (cota promedio)

### **Límites:**

- **Por el Norte:** con el distrito de Marcabal y Sartimbamba.
- **Por el Sur:** con el distrito de Sarín.
- **Por el Este:** con el distrito de Cochorco.
- **Por el Oeste:** con el distrito de Huamachuco y Curgos.

### **Clima:**

Presenta un suave y generalmente cálido y templado con la temperatura media anual de 11°C. a 14°C. Las lluvias son estacionales y se presentan con irregularidad, normalmente duran desde noviembre hasta el mes de marzo, finalizando las lluvias inicia el verano andino.

### **Aspectos demográficos, sociales y económicos:**

Actualmente este distrito lo conforman 61 caseríos y 3 centros poblados (Cochabamba, Uchubamba y Uchuy), conformando 18,296 habitantes aproximadamente (según referencia del INEI – 2005), los cuales se dedican a la agricultura y pecuaria básicamente, en especial al cultivo de papa, siendo estos sus ingresos netos. Las personas que no se dedican a la agricultura, se ocupan de trabajos eventuales de comercio local y campo. No se encuentra establecida ninguna planta industrial, motivo por el cual la actividad comercial se desarrolla



en menor escala, existiendo solo ventas locales (bodegas, restaurantes, etc.). Como principal evento social está la celebración de fiesta patronal que se lleva a cabo el 15 de mayo en donde se rinde homenaje a San Isidro Labrador que es el patrón de la agricultura.

#### CUADRO 1

**Población estimada por área urbano – rural y sexo, según departamentos, provincias y distritos. 2014 - 2015**

UBIGEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	AÑO 2015								
		POBLACION TOTAL			POBLACION URBANA			POBLACION RURAL		
		TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
130000	LA LIBERTAD	1,859,640	927,260	932,380	1,454,939	717,597	737,342	404,701	209,663	195,038
130900	SANCHEZ CARRIÓN	154,236	75,308	78,928	50,415	24,369	26,046	103,821	50,939	52,882
130901	HUAMACHUCO	62,424	30,104	32,320	37,495	17,973	19,522	24,929	12,131	12,798
130902	CHUGAY	18,753	9,122	9,631	3,226	1,583	1,643	15,527	7,539	7,988
130903	COCHORCO	9,340	4,651	4,689	1,369	676	693	7,971	3,975	3,996
130904	CURGOS	8,526	4,133	4,393	2,440	1,163	1,277	6,086	2,970	3,116
130905	MARCABAL	16,698	8,413	8,285	1,612	837	775	15,086	7,576	7,510
130906	SANAGORAN	14,859	7,292	7,567	1,314	666	648	13,545	6,626	6,919
130907	SARIN	9,945	4,815	5,130	1,417	714	703	8,528	4,101	4,427
130908	SARTIMBAMBA	13,691	6,778	6,913	1,542	757	785	12,149	6,021	6,128

**Fuente:** Censo nacional de población y vivienda 2007 y boletín de análisis demográfico N° 36 y 37-INEI, de estimaciones y proyecciones de población por departamento, sexo y grupos quinquenales de edad de 1995-2050 y 1995-2025

La población atendida entre el caserío de Uchubamba y Yamán, es de 750 habitantes.

#### Vías de acceso:

La ciudad de Huamachuco está ubicada en la intersección de los ejes Norte-Sur y Oeste-Este, que vinculan a la costa con la ceja de selva y con diferentes pueblos andinos. Las rutas para llegar a Huamachuco son:

- Huamachuco – Trujillo y viceversa: se une por una carretera que tiene una extensión de 180 km., la que saliendo de Trujillo, pasa por Laredo, Poroto, Shirán, Samne, Agallpampa, Yamobamba, Shorey, Quiruvilca y Huamachuco.
- Vía Cajamarca: partiendo de Trujillo, a la altura de Pacasmayo se ingresa al Departamento de Cajamarca, el que es recorrido en su totalidad hasta Cajabamba para luego llegar a Huamachuco.

Para llegar al distrito de Chugay y anexos, se realiza mediante colectivos, taxis, combis que tienen como partida desde Huamachuco, siendo un recorrido aproximado de 2 horas.

**CUADRO 2**  
**Vías de acceso**

RUTAS EN TRAMOS		TIEMPO
TRAMOS	ESTADO DE VÍA	
Trujillo - Desvío de Otuzco	Asfaltado	1:30 hrs.
Desvío de Otuzco - Huamachuco	Asfaltado	3:30 hrs.
Huamachuco - Chugay	Trocha	2:00 hrs.
Chugay - Uchubamba	Trocha	2:00 hrs.
Uchubamba - Yamán	Trocha	0:30 hrs.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Infraestructura de servicios:**

Con respecto al aspecto educativo, los colegios son de material noble, así como la posta médica del pueblo. Las construcciones de viviendas son de adobe y quincha con mayor frecuencia a simple vista, siendo las casas de material noble pocas existentes. Presenta déficit en la infraestructura vial, siendo habitual ver los accesos en mal estado.

**Servicios públicos existentes:**

- Educación: a nivel primario y secundario.
- Servicio de salud: cuentan con postas de Salud tanto en Cochabamba, el Pallar y Uchubamba.
- Saneamiento (agua potable y desagüe) y alcantarillado
- Electricidad
- Cuentan con apoyo policial
- Servicio judicial
- Telecomunicaciones
- Transporte público.

**Servicio de agua potable:**

Actualmente la población cuenta con agua potable, pero aún hay un déficit de estos servicios en el ámbito rural, por lo que se requiere el mejoramiento de este servicio.

### **Servicio de alcantarillado:**

No cuentan con el servicio de alcantarillado, disponen de letrinas y/o pozos ciegos en pésimas condiciones sanitarias.

### **Servicio de energía eléctrica:**

Cuentan con el servicio de energía eléctrica, también hacen uso de linternas y velas para desarrollar actividades de campo.

### **Otros servicios:**

No existen.

## **1.2. Trabajos previos**

Para la realización del presente proyecto de investigación se recurrió a información de estudios parecidos de diferentes fuentes y años ejecutados en diferentes lugares de la región, los cuáles tomaremos como base referencial:

Según Abad y Rodríguez (2015), en su tesis titulada “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LAS LOCALIDADES DE LAS MANZANAS Y QUILLUPAMPA, DISTRITO DE ANGASMARCA, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvieron como objetivo principal dar una mejor eficiencia al tránsito vehicular y peatonal. Se encuentra ubicado a 3462m.s.n.m presentando un clima frío, la carretera cuenta con 4.523km siendo una de tercera clase y con un tránsito vehicular por día de 156, así mismo la vía tiene una velocidad de diseño de 30km/h, con un espesor total de 45cm, de los cuales 10cm corresponden a la capa de rodadura, 20cm, a la base granular y 15cm a la subbase granular. Utilizaron el método cuantitativo, tipo descriptivo simple, diseño no experimental con una población de 3686 habitantes. Concluyeron en el perfil a nivel de afirmado para su posterior aprobación y ejecución por parte de la entidad competente.

Según Goicochea y Yumpo (2014), en su tesis titulada “DISEÑO DE LA CARRETERA BELLAVISTA ALTA – COMBAYO, DISTRITO DE LA

ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – REGIÓN CAJAMARCA”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvieron como objetivo principal la apertura de una carretera que permita a la población en estudio acceder a los servicios básicos, así mismo permitirles el comercio con mayor fluidez y eficiencia. Se encuentra ubicado a 3375m.s.n.m presentando un clima frío, la carretera cuenta con 3.486km siendo una carretera de tercera clase y con un tránsito vehicular por día de 182, así mismo la vía tiene una velocidad de diseño de 30km/h, con un espesor total de 35cm, de los cuales 10cm corresponden a la capa de rodadura, 15cm, a la base granular y 10cm a la subbase granular. Utilizaron el método técnico - descriptivo, diseño no experimental con una población de 2637 habitantes. Concluyeron en el diseño a nivel de asfaltado para su posterior aprobación y ejecución por parte de la entidad competente.

Según Alvarado y Cáceda (2014), en su tesis titulada “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA LA ALAMEDA – GARBANZAL – SECTOR MANCO CAPAC BALNEARIO EL MILAGRO A NIVEL DE ASFALTADO, DISRITO DE PAIJÁN, PROVINIA DE ASCOPE – LA LIBERTAD”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvieron como objetivo principal el diseño de una vía que permita el tránsito vehicular en condiciones de seguridad. Se encuentra ubicado a 127m.s.n.m presentando un clima cálido, la carretera cuenta con un desarrollo de 3.251km siendo una carretera de tercera clase y con tránsito vehicular de 243, así mismo la vía tiene una velocidad de diseño de 30km/h, con un espesor total de 45cm, de los cuales 10cm corresponden a la capa de rodadura, 20cm, a la base granular y 15cm a la subbase granular. Utilizaron el método cuantitativo, tipo descriptivo simple, diseño no experimental con una población de 23194 habitantes. Concluyeron en el perfil a nivel de asfaltado para su posterior aprobación y ejecución por parte de la entidad competente.

Según García y Moreno (2014), en su tesis titulada “DISEÑO DE LA CARRETERA TRAMO ALTO PARAÍSO – EMPALME CHINCHINVARA, DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO – PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad

César Vallejo, tuvieron como objetivo principal el diseño de la vía que permita el tránsito eficiente. Se encuentra ubicado a 3389m.s.n.m presentando un clima frío, la carretera cuenta con un desarrollo de 5.382 km siendo una carretera de tercera clase y con tránsito vehicular de 248, así mismo la vía tiene una velocidad de diseño de 30km/h, con un espesor total de 35cm, de los cuales 10cm corresponden a la capa de rodadura, 15cm, a la base granular y 10cm a la subbase granular. Utilizaron el método cuantitativo, tipo descriptivo simple, diseño no experimental con una población de 2352 habitantes. Concluyeron en el perfil de la carretera a nivel de asfaltado, para su posterior aprobación y ejecución por parte de la entidad competente.

Según Esquivel y Quiñones (2014), en su tesis titulada “ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL AFIRMADO ENTRE LAS LOCALIDADES DE SURUVARA Y LA CUCHILLA, DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO – PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvieron como objetivo principal mejorar las características geométricas de la vía y de esta forma brindar condiciones de seguridad en el transporte. Se encuentra ubicado a 3512m.s.n.m presentando un clima frío, la carretera cuenta con un desarrollo de 3.854km siendo una carretera de tercera clase y con un tránsito vehicular de 379, así mismo la vía tiene una velocidad de diseño de 30km/h, con un espesor total de 35cm de espesor total, de los cuales 10cm corresponden a la capa de rodadura, 15cm, a la base granular y 10cm a la subbase granular. Utilizaron el método cuantitativo, tipo descriptivo simple, diseño no experimental con una población de 2843 habitantes. Se concluyó en el perfil de la carretera a nivel de asfaltado, para su posterior aprobación y ejecución por parte de la entidad competente.

Según Lázaro y Liñán (2014), en su tesis titulada “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DE LA CARRETERA ANGASMARCA – LAS MANZANAS – COLPA SECA, DISTRITO DE ANGASMARCA – PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – REGIÓN LA LIBERTAD”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvieron como objetivo principal mejorar las características de la vía y promover el turismo en la zona. Se encuentra ubicado a 3462m.s.n.m presentando un

clima frío, la carretera cuenta con un desarrollo de 4.946km siendo una carretera de tercera clase y con un tránsito vehicular de 279, así mismo la vía tiene una velocidad de diseño de 30km/h, con un espesor total de 50cm, de los cuales 10cm corresponden a la capa de rodadura, 25cm, a la base granular y 15cm a la subbase granular. Utilizaron el método cuantitativo, tipo descriptivo simple, diseño no experimental con una población de 2564 habitantes. Concluyeron en el perfil de la carretera a nivel de afirmado, para su posterior aprobación y ejecución por parte de la entidad competente.

Según Sócola y Valderrama (2014), en su tesis titulada “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE RAMOSCUCHO – EL PORVENIR – LA LIBERTAD DEL PORVENIR, DISTRITO DE LA LIBERTAD DE PALLAN – CELENDIN – CAJAMARCA”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvieron como objetivo principal habilitar una vía que permita el comercio y turismo en la zona. Se encuentra ubicado a 2785m.s.n.m presentando un clima templado, la carretera cuenta con un desarrollo de 3.147km siendo una carretera de tercera clase y con un tránsito vehicular de 237, así mismo la vía tiene una velocidad de diseño de 30km/h, con un espesor total de 30cm, de los cuales 5cm corresponden a la capa de rodadura, 15cm, a la base granular y 10cm a la subbase granular. Utilizaron el método cuantitativo, tipo descriptivo simple, diseño no experimental con una población de 1687 habitantes. Concluyeron en el perfil a nivel de afirmado para su posterior aprobación y ejecución por parte de la entidad competente.

Según Pérez (2013) en su tesis titulada “DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS CASERÍOS DE TALLAPLIEGUE – CANIBAMBA ALTO, CENTRO POBLADO BARRO NEGRO ALTO, DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA OTUZCO – LA LIBERTAD”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo principal satisfacer la necesidad de una vía de acceso a la zona en estudio, teniendo como inconveniente el aspecto económico disponible para la ejecución del proyecto. Se encuentra ubicado a 3042m.s.n.m presentando un clima templado, la carretera cuenta con un desarrollo de 3.754km siendo una carretera de tercera clase y con un tránsito vehicular de 372, así mismo la vía tiene una velocidad de diseño de 30km/h, con un

espesor total de 25cm, de los cuales 5cm corresponden a la capa de rodadura, 10cm, a la base granular y 10cm a la subbase granular. Utilizó el método cuantitativo, tipo descriptivo simple, diseño no experimental con una población de 620 habitantes. Concluyó en el perfil a nivel de afirmado para su posterior aprobación y ejecución por parte de la entidad competente.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

En esta elaboración para el proyecto de investigación se ha tomado en cuenta la información expuesta a continuación:

Hidráulica: “es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma”. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.13)

Hietograma de diseño: “los métodos hidrológicos más modernos requieren no sólo del valor de lluvia o intensidad de diseño, sino de una distribución temporal (tormenta), es decir el método estudia la distribución en el tiempo, de las tormentas observadas”. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.40)

Precipitación total y efectiva: “el exceso de precipitación o precipitación efectiva (Pe), es la precipitación que no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo”. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.42)

Estimación de caudales: “cuando no existen datos de aforo, se utilizan los datos de precipitación como datos de entrada a una cuenca y que producen un caudal Q”. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.48)

Hidrograma unitario: “el hidrograma es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica; siendo el hidrograma unitario de una cuenca”. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.52)

Avenida de diseño: “debe escogerse de modo de garantizar la estabilidad del río y del puente y teniendo en cuenta la evaluación de los daños potenciales involucrados en una potencial falla”. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.65)

Alcantarilla: “estructura cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera”. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.70)

Badenes: “son soluciones efectivas cuando el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, porque permite dejar pasar flujo de sólidos esporádicamente que se presentan con mayor intensidad durante períodos lluviosos y donde no ha sido posible la proyección de una alcantarilla o puente”. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.83)

Puentes: “son las estructuras mayores que forman parte del drenaje transversal de la carretera y permiten salvar o cruzar un obstáculo natural, el cual puede ser el curso de una quebrada o un río. (Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje, 2016, p.86)

Tramo: es una longitud de la posible ubicación de una carretera, que por lo general presentan homogeneidad por las condiciones orográfica y por ende se le asigna una misma velocidad de diseño. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.10)

Trochas carrozables: son vías transitables las cuales poseen características geométricas que no satisfacen para ser consideradas como una carretera. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.13)

Estándar de diseño de una carretera: está determinado por la clase de carretera que le corresponde, así como la velocidad de diseño y la sección transversal definida. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.17)



Derecho de vía o faja de dominio: es un área de terreno de longitud variable que forma parte de la carretera, con la distinción de que es un ancho que su uso está proyectado para un futuro, donde se encontrarán obras complementarias. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.26)

Vehículos ligeros: son los que mayor velocidad desarrollan y no condicionan el proyecto al menos de que en la carretera a diseñar no circulen camiones, lo cual es poco probable. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.28)

Vehículos pesados: sus características de alturas y sección son consideradas para diseñar la sección de los carriles, así como la capacidad portante, radios y sobrecanchos, que son utilizados para calcular las curvas horizontales. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.29)

Índice medio diario anual (IMDA): denominado en caminos de bajo tránsito, este proporciona el resultado necesario para establecer las características de diseño, clasificación y poder tomar la decisión enfocada a la necesidad que se tenga, es decir; una creación de carretera o mejoramiento. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.95)

Volumen horario de diseño (VHD): denominado así en carreteras de alto tránsito, el cual determina los criterios que deben establecerse en el proyecto, para prevenir embotellamientos y hacer eficiente la vía. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.97)

Crecimiento de tránsito: la cual se debe considerar en 2 partes: una proyección para vehículos de pasajeros y una de vehículos de carga, las cuales son proporcionales entre sí. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.98)

Velocidad de diseño del tramo homogéneo: definido en base a la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñar. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.100)

Velocidad en la tangente horizontal: es necesario determinar la posible velocidad de diseño para realizar la verificación de la visibilidad de adelanto y tomarlo en cuenta en el cálculo de la curva horizontal. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.103)

Velocidad específica de la curva vertical: determina la velocidad máxima con la que se podría recorrer la carretera en condiciones seguras, con la cual se verifica la longitud de visibilidad de parada. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.103)

Velocidad específica de la tangente vertical: debe coincidir con la velocidad específica tangente horizontal. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.104)

Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento: es una longitud mínima que tiene un conductor para poder sobrepasar de manera segura, a otro que transita con una velocidad menor. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.111)

Distancia de visibilidad de cruce: distancia mínima que proporciona seguridad, mediante la eficiente visibilidad del conductor para realizar el cruce de una intersección. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.116)

Capacidad de la vía: es el máximo número de vehículos que pueden pasar por una sección de la vía, en condiciones de un día rutinario. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.128)

Curvas circulares: arcos de circunferencia de único radio, que juntan dos tangentes consecutivas y de esta forma conforman la proyección horizontal de las curvas espaciales o reales. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.137)

Radios mínimos: son los radios menores que pueden ser recorridos determinada velocidad de diseño y la máxima tasa de peralte, en condiciones de seguridad. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.138)

Curvas en contraperalte: si se mantiene el bombeo normal de la vía, resulta una curva que presenta, en uno o en todos sus carriles, el contraperalte en relación al giro de la curva. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.143)

Curvas de vuelta: son las proyectadas sobre una ladera, en terrenos accidentados, con la finalidad de alcanzar una altura mayor y mantenerse en las máximas pendientes normativas. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.165)

Sobreancho: es la longitud adicional de una calzada en la vía, en las curvas de los tramos para equilibrar el espacio requerido por los vehículos, haciéndolo eficiente. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.174)

Pendiente: es la Inclinação de la rasante, en dónde se manejan criterios máximos y mínimos de acuerdo a la clase de la carretera. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.189)

Carriles adicionales: el final para circulación lenta, no puede coincidir con el tramo de carretera, donde se prohíba el adelanto de vehículos. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.193)

Curvas verticales: usualmente se proyectan curvas simétricas. (Manual de carreteras diseño geométrico, 2014, p.194)

Sección transversal: su proyección der ser enfocada a satisfacer las zonas de concentración de personas, la cual proporcione seguridad a conductores y peatones. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.204)

Calzada o superficie de rodadura: es la zona de la calzada, sin tomar en cuenta las bermas y por donde transitarán los vehículos, está comprendida por uno o más carriles. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.208)

Berma: es una longitud paralela a la carretera, donde se confina la capa de rodadura y también tiene como función dar seguridad, para que los vehículos puedan estacionarse en caso de emergencia. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.210)

Bombeo: es una inclinación transversal que tiene la calzada, que tiene como función evacuar las aguas superficiales. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.214)

Peralte: es la inclinación transversal de la calzada en los tramos que presenten curvas, que tiene con función contrarrestar la fuerza centrífuga de los vehículos. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.215)

Separadores: son anchos libres, que usualmente se encuentran en la parte central de la carretera y tienen como función diferir el sentido del tránsito, por lo general están comprendidas entre bermas o cunetas interiores. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.219)

Gálibo: es la altura libre que existe entre la calzada y la parte inferior de la superestructura de un puente con respecto a la carretera. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.219)

Taludes: esta inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal, que se le brinda al terreno lateral de la carretera. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.222)

Cuneta: son canales construidos al costado de la calzada para conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, teniendo como función la protección de la integridad de la carretera. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.228)

Ensanche de plataforma: cuando se tengan bermas de anchos menores a 2.60m se debe considerar, un ensanche de plataforma, destinado al estacionamiento de vehículos para una emergencia. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.229)

Diseño geométrico de puentes: se determina por el diseño geométrico y el estudio topográfico del terreno, en otros casos se puede realizar un replanteo al trazo con la

finalidad de proporcionar mayor eficiencia y seguridad. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.233)

Señalización de intersecciones: tienen por objetivo señalar, informar, prevenir, restringir, entre otros, con la finalidad de mejorar y dar seguridad en la transitabilidad de los vehículos. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.244)

Ramales de giro: su diseño es correlacional con la importancia de la intersección y el espacio con el que se disponga, cuando es de importancia el diseño será analizado con la velocidad de operación. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.260)

Carriles de cambio de velocidad: su objetivo es permitir la salida e ingreso de los vehículos de una vía a otra, así como permitir las maniobras de giro en U en una misma vía. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.262)

Ramales: son las que interconectan las vías en las intersecciones, disponiendo de 3 formas, como son los ramales directos, semidirectos y de enlace. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.286)

Metrados: especifica los materiales, mano de obra, maquinaria u otros, que se requerirán para la ejecución de la obra, en dónde se detallan las unidades respectivas. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.320)

Presupuesto: es el costo total del proyecto, obtenido del procesamiento de los precios unitarios y metrados, donde se incluye los gastos generales, utilidades, impuestos y demás. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.320)

Suelos, canteras y fuentes de agua: referido a los trabajos que se realizarán con el análisis en laboratorio de las muestras de suelo, así como contemplar las fuentes de agua existentes y poder tenerlo presente para idealizar el mejor diseño de la vía. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p. 322)

Hidrología e hidráulica: en donde se tiene en cuenta el estudio hidrológico y el diseño hidráulico, con la finalidad de conocer las fuentes de agua, que permitirá diseñar estructuras hidráulicas de evacuación. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.323)

Seguridad vial y señalización: correspondiente al diseño de los dispositivos de control del tránsito vehicular, incluyendo los planos de señalización, en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras en vigencia. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2014, p.326)

Estudio socio ambiental: es el estudio de impacto ambiental que permite evaluar los daños que se realizarán con la ejecución de la obra y a su vez permita mitigarlos. (Manual de carreteras: diseño geométrico o, 2014, p.327)

Terraplén: “es la parte de la explanación situada sobre el terreno preparado. También se conoce como relleno”. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.22)

Subrasante del camino: “es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado”. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.23)

Pavimento: “es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones”. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.23)

Drenaje: “está previsto para eliminar la humedad en el pavimento y en el prisma de la carretera”. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.25)

Estudio de canteras de suelos: “la cantidad de muestras extraídas de canteras deberá ser tal que permita efectuar los ensayos exigidos, así como también ensayos de verificación para rectificar y/o ratificar resultados poco frecuentes”. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.54)

Ensayos de laboratorio: “para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de las canteras se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC (vigente)”. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.55)

Fuentes de agua: “debe asegurarse que la muestra sea representativa de la fuente cuya calidad se desea evaluar, y que no se deteriore, ni se contamine antes de llegar al laboratorio, y, el envase debe ser nuevo”. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.61)

Pavimentos flexibles: “para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años”. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, p.152)

Visibilidad de parada: “es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria”. (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008, p.37)

Canal de bajada: “cuando la carretera, en media ladera o en corte cerrado, cruza un curso de agua que no es posible desviar, es necesario encauzar las aguas en un canal de bajada con el fin también de preservar la estabilidad del talud”. (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008, p.81)

Estabilizaciones: “es un proceso que tiene por objeto mejorar su resistencia, su durabilidad, su insensibilidad al agua”. (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008, p.155)

Fuente de materiales – canteras: “serán evaluadas y seleccionadas por su calidad y cantidad (potencia), así como por su menor distancia a la obra. Las prospecciones que se realizarán en las canteras se efectuarán en base a calicatas de las que se obtendrán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio”. (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008, p.168)

Topografía y trazado: “es la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, y de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre”. (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008, p.174)

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Qué características técnicas tendrá el proyecto “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Uchubamba – Yamán, distrito de Chugay – provincia de Sánchez Carrión – departamento La Libertad”, para lograr una transitabilidad eficiente de vehículos?

#### **1.5. Justificación del estudio**

Debido a la necesidad que tienen los habitantes de Uchubamba y Yamán de transportar sus productos de origen agrícola, así como acceder a los servicios públicos, es de suma importancia la realización del proyecto de esta vía de comunicación y por ende contribuir a mejorar las condiciones de transporte (de personas y mercancías) y de accesibilidad. Es por esa razón que el trabajo se sustenta desde el punto técnico económico, en las normas vigentes con la finalidad de realizar un diseño para el mejoramiento de la carretera, con una vida útil óptima para el tránsito.

En el aspecto ambiental, se considerará que los de mayor importancia, sean los positivos y que se produzcan de preferencia en la etapa de ejecución. Con respecto a los impactos negativos, son los que ocurrirían en la etapa de rehabilitación con respecto a los componentes: aire, agua, suelo, que serían producidos en la etapa de ejecución de los trabajos de movimiento de tierras, circulación de la maquinaria de construcción,



afirmado, explotación de canteras, uso de depósitos de material excedente, la significancia de estos impactos es probable que sea baja.

En el aspecto social, facilitará a la población en la adquisición de fuentes de trabajo por la facilidad del tránsito, así mismo beneficiaría tanto en aspectos de educación y salud, promoviendo el desarrollo de la población aledaña y mejorar con el presente estudio su calidad de vida.

## **1.6. Hipótesis**

La hipótesis es explícita por tratarse de un diseño de investigación descriptiva simple.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Realizar el diseño del proyecto para el mejoramiento de la carretera de Uchubamba a Yamán, distrito de Chugay, de la provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- ✓ Realizar el levantamiento topográfico en la zona donde se realizará el proyecto.
- ✓ Realizar el estudio de mecánica de suelos para tomar en cuenta las propiedades físico – químicas en el diseño.
- ✓ Realizar el estudio hidrológico y obras de arte.
- ✓ Realizar el diseño geométrico de la carretera en estudio, considerando los requerimientos establecidos en el Manual de Carreteras DG -2014.
- ✓ Elaborar el estudio de impacto socio ambiental en la zona de influencia donde se realizará el proyecto.
- ✓ Elaborar los costos y el presupuesto del proyecto.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación

Se realizará el diseño descriptivo simple, cuyo esquema a utilizar es el siguiente:



#### Donde:

**M:** Denota la zona donde se realizarán los estudios del proyecto.

**O :** Denota la información que se recogerá del proyecto.

### 2.2 Variables, operacionalización

#### 2.2.1. Variable independiente

Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo Uchubamba – Yamán.

#### 2.2.2. Dimensiones

- Levantamiento topográfico:  
Se recolectará los datos provenientes del lugar donde se realizará el proyecto, mediante el apoyo de instrumentos topográficos que facilitarán las mediciones del terreno; obteniendo como finalidad los datos plasmados a través de planos.
- Estudio Mecánica de Suelos (EMS):  
Se analizarán las muestras extraídas en campo con la finalidad de determinar la composición del suelo y de esta manera prever su mejoramiento para obtener una estructura eficiente.
- Estudio hidrológico y obras de arte  
Se determinarán los parámetros meteorológicos y de esta manera determinar la hidrología de la zona con la finalidad de obtener caudales de las estructuras para evacuación de las aguas pluviales que se estén previendo con el proyecto.

- **Diseño geométrico de la carretera**  
Se realizará el trazo de la carretera con el apoyo de instrumentos de medición y el AutoCAD Civil 3D. El trazo dependerá de la topografía del terreno, la hidrología, aspectos sociales y ambientales.
  
- **Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A)**  
Con el criterio de aspectos técnicos, se identificará los posibles impactos ambientales que se puedan suscitar con la ejecución del proyecto ya sean positivos o negativos. Siendo el impacto magnificado por la actividad humana sobre el medio ambiente.
  
- **Costos y presupuestos.**  
Se evaluarán los costos y el presupuesto para la ejecución del proyecto, para poder determinar la cantidad monetaria que se necesitará para el desarrollo del proyecto. Dicho análisis se procesará mediante el uso de Excel para analizar los metros que los componen y del S10 para procesar el costo final que demandaría la ejecución de este proyecto,

### 2.2.3. Operacionalización de variables

**CUADRO 3**  
**Matriz de operacionalización**

VARIABLE	DIMENSIONES	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDAD
"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA - YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	Es un proceso científico, que consiste en medir las dimensiones de un área de superficie de tierra, para luego plasmarlas de manera gráfica en un plano.	Se necesita de una estación total, teodolito o cualquier otro equipo de medición con su trípode, así como GPS, la mira y un cuaderno de anotación, donde posteriormente son plasmados los datos de manera gráfica en el AutoCAD.	Perfil longitudinal	m
				Curvas de nivel y equidistancias	m
				Levantamiento altimétrico	m
				Pendiente	%
				Vista de planta y secciones transversales	m
	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS)	Es un proceso de aplicaciones de la ciencia y la física, que tiene por finalidad determinar la composición de la superficie terrestre, para luego determinar en laboratorio, la capacidad de carga y en base al estudio diseñar y estructurar.	Se requiere sustraer muestras de suelo, cumpliendo con parámetros normativos referidos al peso necesario, para luego ser analizados en laboratorio.	Análisis granulométrico	%
				Contenido de humedad	%
				C.B.R	%
				Densidad máxima	%
				Límites de consistencia	%
				Perfil estratégico del suelo	m
	ESTUDIO HIDROLÓGICO Y OBRAS DE ARTE	Define las características geomorfológicas y físicas de los puntos de agua superficial o subterránea, determinando el impacto en el suelo.	Se buscan los datos históricos (precipitaciones) en el Senamhi, con el uso del Excel y mediante pruebas estadísticas se determina las precipitaciones máximas y mediante el ArcGIS delimitaremos las cuencas para definir la cantidad de alcantarillas.	Caudal de escorrentía	m <sup>3</sup> /s
				Cuencas	km <sup>2</sup>
				Precipitaciones	mm
				Cunetas, alcantarillas, badenes.	mm
	DISEÑO GEOMÉTRICO	Compuesto por gráficos bidimensionales o tridimensionales del trazo de una carretera en estudio, respetando normas vigentes.	Mediante la guía del Manual de Carreteras "Diseño Geométrico" se cumplirán el parámetros establecidos por esta, con el apoyo gráfico del Civil3D y el procesamiento de información en Excel.	Trazo longitudinal	km
				Velocidad directriz	km/h
				Elementos de diseño geométrico	m
				Derecho de vía	m
				Metrados	m
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Determinar las consecuencias posibles, que se podrían manifestar en la ejecución de un proyecto, para luego mitigarlo.	Se basa en la predicción de impactos básicamente negativos de los trabajos que se realizarán en un futuro.	Señalización	und
Análisis de impacto ambiental				(-) o (+)	
COSTOS Y PRESUPUESTOS	Proporciona tentativas de precios, valorizando los trabajos sin considerar gastos generales, utilidades e impuestos de una obra.	Se determinarán los equipos, herramientas y mano de obra, posteriormente se medrará y se adicionará el costo necesario para la ejecución, donde finalmente se determinará el presupuesto de la obra	Metrados	Und., ml, m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup> , kg, glb, pulg <sup>2</sup>	
			Análisis de costos unitarios	S/.	
			Fórmulas polinómicas	%	
			Presupuestos	S/.	

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.3 Población y muestra

Será la comprendida en toda su área de influencia, correspondientes a los centros poblados entre Uchubamba y Yamán, del distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, del departamento de La Libertad.

### 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- ✓ **Técnicas:** Observación
- ✓ **Instrumentos:**
  - *Equipo topográfico*
    - ✓ Libreta de campo
    - ✓ Wincha
    - ✓ Radios portátiles
    - ✓ G.P.S
    - ✓ Prismas
    - ✓ Estación total
  
  - *Instrumentos de laboratorio de suelos*
    - ✓ Balanzas Electrónicas
    - ✓ Taras
    - ✓ Tamices
    - ✓ Horno
    - ✓ Equipo para Proctor y CBR.
  
  - *Software computacional:*
    - ✓ Civil3D
    - ✓ AutoCAD
    - ✓ ArcGIS
    - ✓ Topcon Link
    - ✓ MS Project
    - ✓ S10
  
- ✓ **Fuentes:**
  - Libros y tesis publicadas.

- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

✓ **Informantes:**

Se tendrá el respaldo de las autoridades de la Municipalidad distrital de Chugay, así como de los habitantes comprendidos entre los centros poblados de Uchubamba y Yamán

## 2.5 Métodos de análisis de datos

Se utilizarán programas de computación técnicos de Ingeniería Civil, para el procesamiento de los datos, tales como:

- AutoCAD:  
En donde se proyectará de forma gráfica todos los cálculos realizados en el levantamiento topográfico de forma bidimensional.
- AutoCAD Civil 3D  
Mostrará las características del terreno forma tridimensional la ruta de la carretera.
- S10  
Se utilizará para que a través del procesamiento de los metrados, equipos, herramientas y su adición de precios unitarios en el programa, poder hallar la tentativa del presupuesto del proyecto.
- MS Project  
Mediante este programa se organizarán las cuadrillas por periodos de tiempo para ejecutar los metrados que se establecerán.

## 2.6 Aspectos éticos

El presente proyecto se realizará con responsabilidad y honestidad para contribuir en la mejoría de los pueblos involucrados los cuales son Uchubamba y Yamán.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Estudio topográfico

##### 3.1.1. Generalidades

###### 3.1.1.1. Sistema de unidades

Para los trabajos topográficos que se realizarán para el proyecto, se utilizará el sistema métrico decimal, expresándose las medidas angulares en: grados (°), minutos (') y segundos (") sexagesimales. Las medidas longitudinales se expresan en kilómetros (km), metros (m), centímetros (cm) o milímetros (mm) según sea el caso.

###### 3.1.1.2. Sistema de referencia

Para la toma de coordenadas se utilizarán los valores UTM, que se encuentran en el Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 84). Para la elevación o altitud se tomará como referencia el nivel medio del mar.

###### 3.1.1.3. Información recopilada

Las coordenadas que se utilizaron para georreferenciar el trabajo de topografía fueron las del BM1 y E1:

**Cuadro 4**

Coordenadas georreferenciadas

<b>BM1</b>	
Norte	9144589.9408
Este	848730.4254
Elevación	2632.101
<b>E1</b>	
Norte	9144926.5653
Este	848686.3753
Elevación	2662.143

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.1.2. Ubicación

La zona en estudio se encuentra ubicada al este a 50km de Huamachuco, con una altura promedio de entre 3250 a 3370m.s.n.m., latitud sur 07°46'42'' y longitud oeste: 77°51'54'' aproximadamente. Siendo las coordenadas de los pueblos a conectar las siguientes:

#### Centro poblado de Uchubamba:

- ✓ Coordenadas UTM: 17S - 186336.37m E – 9144832.52 N
- ✓ Elevación: 2550 m.s.n.m. (cota promedio)

#### Caserío de Yamán:

- ✓ Coordenadas UTM: 17S - 187768.92m E – 9148012.24 N
- ✓ Elevación: 2750 m.s.n.m. (cota promedio)

### 3.1.3. Reconocimiento de la zona

Se realizó la visita de campo para determinar de manera visual las condiciones del terreno, habiéndose ya conversado con la Municipalidad de Chugay que se trata de un mejoramiento, se replantearon las pendientes del tramo existente que conecta Uchubamba con Yamán. Encontrándose que las pendientes son muy pronunciadas, motivo por el cual se está replanteando el trazo de la carretera existente velando por el eficiente servicio de transitabilidad.

**Figura 5**



**Obra de arte ubicada (Alcantarilla)**  
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 6**



**Estado actual de la vía**  
**Fuente:** Elaboración propia



### **3.1.4. Metodología de trabajo**

#### **3.1.4.1. Personal**

- 1 Topógrafo
- 2 Asistentes de topógrafo

#### **3.1.4.2. Equipos**

- 1 Camioneta 4x4 Toyota Hilux
- 1 GPS Navegador GARMIN
- 1 Wincha de Lona de 50 m.
- 1 Estación Total Topcon
- 1 Trípode para Estación Total
- 2 Prismas

#### **3.1.4.3. Materiales**

- 1 Cuaderno de apuntes para campo
- 1 lapicero
- 1 corrector
- 1 spray

### **3.1.5. Procedimiento**

#### **3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona**

Para realizar este procedimiento consideró lo siguiente:

- Levantamiento planimétrico:

Con este procedimiento solo se tomó en cuenta el terreno proyectado en un plano horizontal imaginario, siendo este la superficie terrestre. El cálculo que se hizo fue mediante el uso de fórmulas de trigonometría plana.

- Levantamiento topográfico:

Se realizó mediante el uso de una estación total Topcon con sus primas, utilizando el método de radiación, obteniendo los datos de la geometría del terreno, Tomó 3 días la toma de datos y posteriormente se realizó el trabajo de gabinete para procesar

los datos con la ayuda de programas. Las visitas de campo facilitaron para determinar lo siguiente:

- ✓ El levantamiento topográfico determinó la distancia comprendida entre Uchubamba y Yamán, siendo esta de 5km.
- ✓ Las pendientes pronunciadas que dificultan la transitabilidad tanto vehicular como peatonal.
- ✓ El tipo de terreno de la zona y los BMS.

### 3.1.5.2. Puntos de georreferenciación

Los puntos obtenidos mediante el GPS se utilizaron para la georreferenciación. Los datos de las coordenadas UTM se encuentran en el Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 84).

### 3.1.5.3. Ubicación del punto inicial y final

La toma de puntos, tanto inicial como final se realizó in situ; con la finalidad de determinar la longitud del tramo que une Uchubamba y Yamán.

**Cuadro 5**

Coordenadas de punto inicial y final

<b>PUNTO INICIAL</b>	
Norte	9144599.79
Este	848706.85
Elevación	2628.275
<b>PUNTO FINAL</b>	
Norte	9147649.03
Este	848308.29
Elevación	2694.126

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos

Se hizo el recorrido para visualizar las obras de arte existentes, encontrándose una alcantarilla de paso el cual requiere su mejoramiento y acoplo al diseño del proyecto. Se prevé así mismo

las cunetas para la evacuación de aguas pluviales y alcantarillas de alivio.

En este proyecto se utilizó la radicación para determinar los detalles del terreno, los cuales se verificaron en la poligonal trazada, así como el circuito altimétrico. Se realizó lo siguiente:

✓ Poligonal:

Se ubicó el punto de partida referencial del levantamiento con la descripción BM-1. Una vez ubicado, con la ayuda del equipo topográfico se marcaron las coordenadas iniciales de la poligonal.

✓ Seccionamiento:

Las estacas longitudinales de la progresiva ubicadas en campo, se seccionaron con un ancho de 20m a cada lado del eje de la vía y así mismo se analizaron los puntos críticos.

✓ Curvas de nivel:

Han sido generadas por el programa Civil 3D, el cual muestra el relieve u orografía del terreno donde se está proyectando la vía. Las curvas se encuentran a una equidistancia de 1.00 metro.

✓ Trazo de la poligonal:

Se realizó una poligonal abierta, ya que los puntos tanto de inicio como final son diferentes tanto en coordenadas y elevación. Así mismo se determinaron las coordenadas de los PI (puntos de inflexión) y los ángulos internos.

✓ Nivelación del perfil

Se desarrolló con la finalidad de visualizar los accidentes topográficos presentes en la proyección de la vía, teniendo especial cuidado al registrar las altitudes.

### 3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

En la toma de datos se utilizaron las siguientes nomenclaturas en el cuaderno de campo:

**Cuadro 6**

Códigos usados en el levantamiento topográficos

Abreviatura		Descripción
E <sup>n</sup>	:	Número de estaciones
P <sup>n</sup>	:	Número de punto
OA	:	Obra de arte
Pi	:	Punto inicial
Pf	:	Punto final
BMs	:	Puntos de control vertical
Izq	:	Izquierda
Der	:	Derecha

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.1.6. Trabajo de gabinete

#### 3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos

Al tener la información de campo recopilada mediante el uso de los instrumentos topográficos, se procesaron los datos mediante el registro de los resultados en el programa Excel. Esta información abarca los puntos de la zona en estudio referenciados con sus respectivas coordenadas (este y norte) y elevaciones. Luego los resultados arrojados por el Excel, se importaron al software del AutoCAD CIVIL 3D 2017 obteniendo finalmente la orografía del terreno en estudio.

Como resultado se obtuvieron los siguientes planos:

- Plano de ubicación y localización del proyecto
- Plano topográfico
- Plano clave
- Plano de perfiles
- Plano de secciones

### 3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera

#### 3.2.1. Estudio de suelos

##### 3.2.1.1. Alcance

Los resultados, conclusiones y recomendaciones del estudio de mecánica suelos en este proyecto, son producto de la recolección de muestras y análisis de éstas en laboratorio. Razón por la cual estos resultados solo son aplicables para este proyecto únicamente.

### **3.2.1.2. Objetivos**

Determinar las características y/o propiedades físicas, mecánicas y estratigráficas del terreno de fundación a lo largo del desarrollo de la carretera del presente proyecto.

### **3.2.1.3. Descripción del proyecto**

Este proyecto tiene como alcance el mejoramiento de la carretera, donde se tiene como objetivo mejorar la transitabilidad tanto vehicular como peatonal entre el centro poblado de Uchubamba y el caserío de Yamán, Producto de las visitas de campo se obtuvo la siguiente información:

- ✓ El mejoramiento de la carretera inicia en la salida del centro poblado de Uchubamba y culmina en el inicio del caserío de Yamán.
- ✓ El presente diseño cuenta con una longitud de 5km + 000m.
- ✓ En la vía se aprecia 1 obra de arte (alcantarilla).

### **3.2.1.4. Descripción de los trabajos**

#### **3.2.1.4.1. Metodología**

Inició con el diseño de la vía en campo y la ubicación de los puntos de extracción de las muestras de las calicatas. Las calicatas tuvieron 1.50m de profundidad y se ubicaron a cada kilómetro de distancia a lo largo del desarrollo de la carretera. Una vez extraída las muestras, se derivaron a laboratorio para su análisis respectivo, donde posteriormente los resultados son plasmados de manera escrita y gráfica.

#### **3.2.1.4.2. Evaluación de la vía**

- ✓ **Número de calicatas:**

De acuerdo al Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – 2014, las calicatas deben tomarse a cada 1km a lo largo del desarrollo de la carretera; teniéndose así para el proyecto la extracción de 4 muestras de suelo de sus respectivas calicatas, debidamente identificadas con la descripción: C-1, C-2, C-3 y C-4. Así mismo en este manual se establece que debe realizarse a cada 3km un CBR, para lo cual en este proyecto se están considerando 2 CBR.

### Cuadro 7

Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor a 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con una o más carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante 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>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante 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>	
Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 4 calicatas x Km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000 y 401 veh/día de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 3 calicatas x Km	
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400 y 201 veh/día de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 2 calicatas x Km	
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 1 Calicata x km	

**Fuente:** Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. 2014

### Cuadro 8

Número de ensayos MR y CBR

Tipo de carretera	Número mínimo de calicatas
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor a 6000 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 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km x 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 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km x 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 $\leq$ 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”. 2014

**Figura 7**



**Ubicación de las calicatas del proyecto – vista Google Earth**

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 9**

**Número de calicatas y su ubicación**

Número de calicatas	Código	Progresiva (km)	Profundidad (m)
Calicata - 1	C - 1	01 + 000	0.00 - 1.50
Calicata - 2	C - 2	02 + 000	0.00 - 1.50
Calicata - 3	C - 3	03 + 000	0.00 - 1.50
Calicata - 4	C - 4	04 + 000	0.00 - 1.50

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.2.1.4.3. Ensayos de laboratorio:**

Los ensayos realizados en este proyecto, fueron siguiendo con lo establecido en el manual de ensayos de materiales EM – 2000. Dichos ensayos se realizan con la finalidad de determinar las propiedades físico – mecánicas de los estratos del suelo.

En el cuadro siguiente se aprecia los ensayos de mecánica de suelos realizados:



**Cuadro 10**

**Estudios de mecánica de suelos realizados**

Nombre del ensayo	Uso	Ensayo ASTM	Método AASHTO	Cantidad de muestra
Contenido de humedad	Clasificación	D2216		1.5 kg
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	D422	T88	3.0 kg
Límite Líquido	Clasificación	D4318	T89	200 gr
Límite Plástico	Clasificación	D4318	T90	20 gr
Compactación Proctor Modificado	Diseño de espesor	D1557	-	6.0 kg
California Bearing Ratio	Diseño de espesor	D1883	T193	18.0 kg

**Fuente:** Elaboración propia utilizando datos del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” y el “Manual de Ensayos de Materiales (EM 2000)”.

➤ **Propiedades físico – mecánicas del suelo:**

Los ensayos que determinan estas propiedades son:

✓ *Propiedades físicas:*

Son ensayos que determinan las propiedades, índices de los suelos y su clasificación. Dichos ensayos son los siguientes:

- Ensayo de contenido de humedad (ASTM D – 2216):

Tiene como fin determinar el contenido de humedad en una muestra de suelo, permitiendo conocer sus características como en los cambios de cohesión, volumen, estabilidad mecánica.

- Ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM D – 421):

Tiene como objetivo distribuir por tamaño, las partículas en una muestra de suelo, permitiendo clasificarlo según los sistemas de AASHTO o SUCS; a través del uso de distintos tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

- Ensayo de límite líquido (ASTM D – 4318) y límite plástico (ASTM D-4318):

Estos ensayos tienen como finalidad conocer la plasticidad del suelo, expresándose en términos de humedad. El límite líquido permite conocer el contenido de humedad del suelo remoldeado y el límite plástico es el contenido de humedad expresado en porcentaje del peso del suelo seco.

✓ *Propiedades mecánicas:*

Estos ensayos permiten conocer la resistencia portante del suelo y la interacción de este al aplicarle fuerzas externas. Estos ensayos son los siguientes:

- Ensayo de proctor modificado (ASTM 1557):

A través del uso de un pisón de masa normalizada y la aplicación de su peso por gravedad en un molde, este ensayo determina la relación humedad – densidad de la muestra de suelo compactado. Se verifica que la compactación sea óptima para que los resultados del suelo al resistir el esfuerzo de corte, a la compresión o permeabilidad del suelo; sea satisfactorio.

- California bearing ratio – CBR (ASTM D – 1883):

Permite conocer la capacidad de soporte del suelo y agregados que se utilizarán en el pavimentado con una compactación variable, y humedad óptimos en condición simulada en laboratorio.

#### **3.2.1.4.4. Resultados de los estudios de mecánica de suelos:**

Una vez obtenida las muestras de las calicatas realizadas in situ, fueron ingresadas al laboratorio de suelos de la Universidad Cesar Vallejo para que puedan realizarse los ensayos mencionados anteriormente, el cual arrojó los siguientes resultados:

- **Calicata 1 (progresiva 01+000km) – profundidad (0.00 – 1.50 m)**
  - SUCS clasifica esta muestra como: “Grava arcillosa con arena” GC.
  - AASHTO clasifica esta muestra como: “Material limo arcilloso”, “Suelo arcilloso”, “Pobre a malo como subgrado”. A – 6 (1).
  - El 39.86% del material es finos.
  - El contenido de humedad de la muestra es 1.29%.
  - Para esta muestra se calculó el CBR de diseño al 95% y es de 34.14%.
  
- **Calicata 2 (progresiva 02+000km) – profundidad (0.00 – 1.50 m)**
  - SUCS clasifica esta muestra como: “Grava arcillosa con arena” GC.
  - AASHTO clasifica esta muestra como: “Material limo arcilloso”, “Suelo arcilloso”, “Pobre a malo como subgrado”. A – 6 (3).
  - El 44.13% del material es finos.
  - El contenido de humedad de la muestra es 0.71%.
  
- **Calicata 3 (progresiva 03+000km) – profundidad (0.00 – 1.50 m)**
  - SUCS clasifica esta muestra como: “Grava arcillosa con arena” GC.
  - AASHTO clasifica esta muestra como: “Material limo arcilloso”, “Suelo arcilloso”, “Pobre a malo como subgrado”. A – 6 (3).
  - El 39.97% del material es finos.
  - El contenido de humedad de la muestra es 1.06%.
  
- **Calicata 4 (progresiva 04+000km) – profundidad (0.00 – 1.50 m)**
  - SUCS clasifica esta muestra como: “Grava arcillosa con arena” GC.
  - AASHTO clasifica esta muestra como: “Material granular”, “Grava y arena arcillosa o limosa”, “Excelente a bueno como subgrado”. A – 2 – 6 (1).

- El 29.14% del material es finos.
- El contenido de humedad de la muestra es 1.62%.
- Para esta muestra se calculó el CBR de diseño al 95% y es de 33.93%.

**Cuadro 11**

**Resumen de resultados del estudio de suelos**

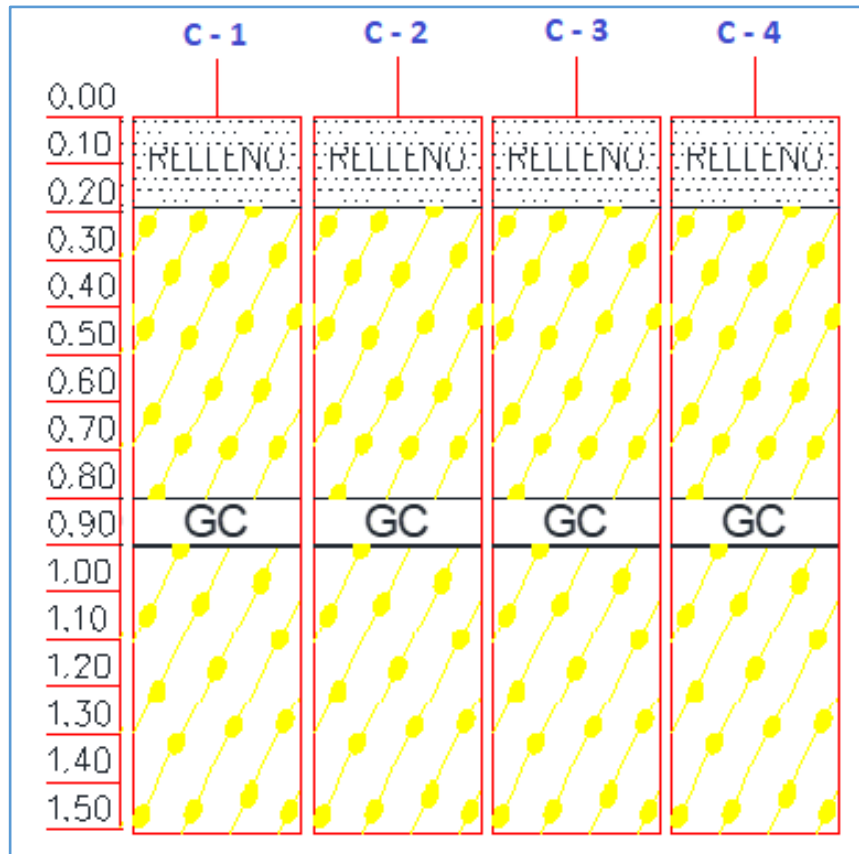
Índice	Progresiva	1+000	2+000	3+000	4+000
	Calicata	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4
	Profundidad (m)	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50
<b>1</b>	<b>Granulometría</b>	-	-	-	-
1.1	% Pasa 2"	100.00	100.00	100.00	100.00
1.2	% Pasa 1 ½"	100.00	95.98	100.00	100.00
1.3	% Pasa 1"	87.82	88.80	82.87	78.37
1.4	% Pasa ¾"	84.38	84.85	78.48	74.93
1.5	% Pasa ½"	78.35	77.35	67.45	61.92
1.6	% Pasa 3/8"	69.41	68.93	63.51	57.58
1.7	% Pasa ¼"	63.94	64.67	58.04	50.82
1.8	% Pasa N°4	59.66	62.13	55.50	46.55
1.9	% Pasa N°8	56.12	57.49	50.87	46.15
1.10	% Pasa N°10	55.31	56.53	49.91	45.34
1.11	% Pasa N°16	51.84	54.50	47.87	43.99
1.12	% Pasa N°20	50.58	53.44	46.81	42.93
1.13	% Pasa N°30	49.79	52.56	45.82	40.72
1.14	% Pasa N°40	48.68	51.65	44.91	40.16
1.15	% Pasa N°50	47.68	50.50	44.06	37.86
1.16	% Pasa N°60	44.11	47.61	43.48	35.01
1.17	% Pasa N°80	42.65	46.08	42.47	33.55
1.18	% Pasa N°100	41.94	45.27	41.86	32.91
1.19	% Pasa N°200	39.86	44.13	39.97	29.14
<b>2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	-	-	-	-
2.1	Humedad (%)	1.29	0.71	1.06	1.62
<b>3</b>	<b>Límite líquido</b>	-	-	-	-
3.1	L.L. (%)	26	31	32	31
<b>4</b>	<b>Límite plástico</b>	-	-	-	-
4.1	L.P. (%)	15	14	15	14
<b>5</b>	<b>Índice de plasticidad</b>	-	-	-	-
5.1	I.P. (%)	11	17	17	17
<b>6</b>	<b>Clasificación SUCS</b>	GC	GC	GC	GC
<b>7</b>	<b>Clasificación AASTHO</b>	A - 6 (1)	A - 6 (3)	A - 6 (3)	A - 2 - 6 (1)
<b>8</b>	<b>California Bearing Ratio (%)</b>	-	-	-	-
8.1	% CBR al 100%	47.83	-	-	45.51
8.2	% CBR al 95%	34.14	-	-	33.93
<b>9</b>	<b>Nivel freático (m)</b>	-	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia utilizando datos del estudio de mecánica de suelos - UCV.

### 3.2.1.4.5. Estratigrafía del suelo:

Con los resultados definidos, a continuación, se muestran los perfiles estratigráficos de cada calicata ejecutada; quedándose graficado de la siguiente forma:

Figura 8



Perfil estratigráfico

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Estudio de cantera

#### 3.2.2.1. Identificación de la cantera

Realizando el recorrido por la zona donde se realizará el proyecto, se ubicó una cantera cercana de la cual se extrajo material para ser analizado en laboratorio. Dicha cantera se ubica específicamente en la progresiva km 23 + 600 habiendo acceso en ambos sentidos comprendidos en el tramo Sausacocha – Huamachuco.

**Figura 9**



**Ubicación de la cantera**

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.2.2.2. Evaluación de las características de la cantera**

El estudio de la muestra de la cantera arrojó lo siguiente:

- SUCS clasifica esta muestra de cantera como: “Grava arcillosa” GC.
- AASHTO clasifica esta muestra como: “Material granular”, “Grava y arena arcillosa o limosa”, “Excelente a bueno como subgrado”. A – 2 – 6 (0).
- El 13.79% del material es finos.
- El contenido de humedad de la muestra es 7.92%.
- Para esta muestra se calculó el CBR de diseño al 95% y es de 50.86%.

Para el empleo de este material se utilizará maquinaria de transporte como volquetes y para la extracción maquinarias como frontales, cargadores y tractores. No es necesario el uso de explosivos, ya que el material es suelto y solo es necesario una trituradora y zarandeo respectivo.

### **3.2.2.3. Resultados de los estudios de la cantera**

Con la muestra extraída y llevada al laboratorio, se realizaron los mismos estudios de mecánica de suelos mencionados anteriormente.

Los cuales permitieron identificar las condiciones del material de cantera, arrojando las buenas condiciones que este presenta para su uso en el proyecto. Dichos resultados son los siguientes:

**Cuadro 12**

**Resumen de resultados del estudio de suelos de cantera**

Índice	Progresiva	23+600
	Calicata	C – X
	Profundidad (m)	0.00-1.50
<b>1</b>	<b>Granulometría</b>	-
1.1	% Pasa 2 ½”	100.00
1.2	% Pasa 2”	92.77
1.3	% Pasa 1 ½”	78.04
1.4	% Pasa 1”	51.59
1.5	% Pasa ¾”	41.87
1.6	% Pasa ½”	32.69
1.7	% Pasa ⅜”	27.42
1.8	% Pasa ¼”	23.94
1.9	% Pasa N°4	22.19
1.10	% Pasa N°8	20.14
1.11	% Pasa N°10	19.66
1.12	% Pasa N°16	18.56
1.13	% Pasa N°20	17.93
1.14	% Pasa N°30	17.22
1.15	% Pasa N°40	16.50
1.16	% Pasa N°50	15.90
1.17	% Pasa N°60	15.43
1.18	% Pasa N°80	14.89
1.19	% Pasa N°100	14.73
1.20	% Pasa N°200	13.79
<b>2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	-
2.1	Humedad (%)	7.92
<b>3</b>	<b>Límite líquido</b>	-
3.1	L.L. (%)	32
<b>4</b>	<b>Límite plástico</b>	-
4.1	L.P. (%)	15
<b>5</b>	<b>Índice de plasticidad</b>	-
5.1	I.P. (%)	17
<b>6</b>	<b>Clasificación SUCS</b>	GC
<b>7</b>	<b>Clasificación AASTHO</b>	A – 2 – 6 (0)
<b>8</b>	<b>California Bearing Ratio (%)</b>	-
8.1	% CBR al 100%	63.37
8.2	% CBR al 95%	50.86
<b>9</b>	<b>Nivel freático (m)</b>	-

**Fuente:** Elaboración propia utilizando datos del estudio de mecánica de suelos - UCV.

### 3.2.3. Estudio de fuente de agua

#### 3.2.3.1. Ubicación

En el transcurso del desarrollo donde se prevé el mejoramiento de la carretera, se cuenta a proximidad de la zona una fuente de agua ubicada al borde de la carretera que es el río Sarín. Esta fuente natural de agua, será beneficiosa para su uso en las partidas que lo requieran y a bajo costo.

**Figura 10**



**Ubicación de la fuente de agua del proyecto – vista Google Earth**

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3. Estudio hidrológico y obras de arte

#### 3.3.1. Hidrología

##### 3.3.1.1. Generalidades

El análisis de estudio hidrológico y obras de arte en el presente proyecto, solo es aplicable a este en el área limitada por el tramo en estudio. En esta zona las precipitaciones son altas y frecuentes, por lo que el presente estudio permitirá conocer los



caudales de diseño presentes en la zona y poder optar por las obras de arte necesarias para su evacuación.

### 3.3.1.2. Objetivos del estudio

Determinar los caudales máximos producidos por las precipitaciones en la zona, para que mediante la implementación de obras de arte se puedan evacuar y permitan la conservación de la infraestructura vial proyectada.

### 3.3.1.3. Estudios hidrológicos

Para realizar el estudio hidrológico comprendido entre Uchubamba y Yamán, se tomó la data la estación hidrológica más cercano al área de influencia del proyecto, que en este caso fue la estación Huamachuco. Es así que se recogió la información de precipitaciones en los últimos 20 años y mediante análisis estadísticos se determinaron las descargas máximas de las frecuencias de precipitaciones máximas en 24 horas registradas en las estaciones pluviométricas. Los datos generales que se tomaron en cuenta, fueron los siguientes:

**Cuadro 13**

**Datos generales para el estudio hidrológico y obras de arte**

Estación	Provincia	Región	Latitud	Longitud	Altitud	Periodo de registro
Huamachuco	Santiago de Chuco	La Libertad	07°49'S	78°03'W	3220 m	1984 - 2004

**Fuente:** SENAMHI, estación: Huamachuco, tipo convencional – meteorológica.

## 3.3.2. Información hidrometeorológica y cartografía

### 3.3.2.1. Información pluviométrica

Los datos de la estación Huamachuco extraídas del SENAMHI: arrojaron las series históricas de precipitaciones, las cuales servirán como referencia para el análisis estadístico que se realizará en el presente estudio.

### 3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

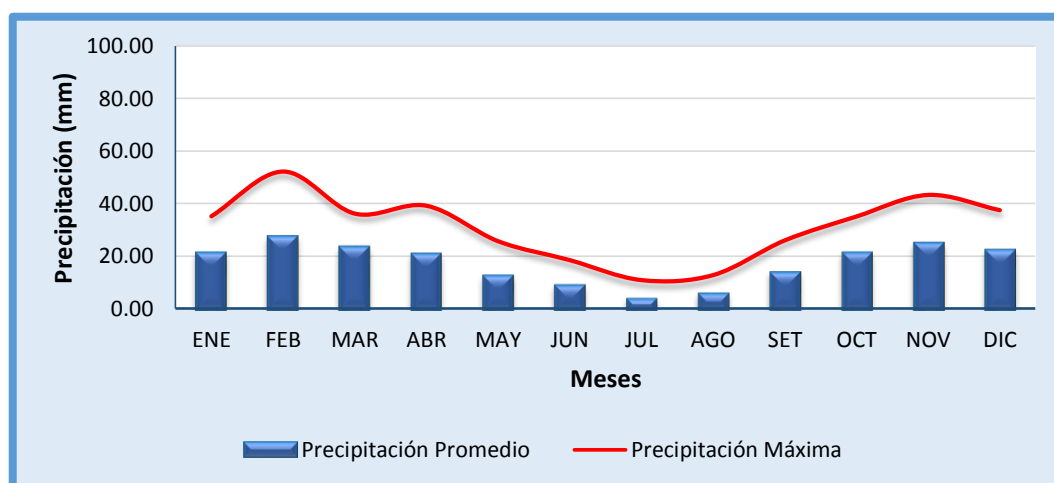
La información extraída de la estación SENAMHI proporcionó las series históricas de precipitaciones máximas en 24 horas de los últimos años, dichos datos se muestran en el cuadro siguiente:

**Cuadro 14**  
**Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PREC. MAX
1984	16.10	35.20	29.40	21.10	25.70	13.30	4.50	5.80	9.80	32.90	36.50	19.50	36.50
1985	5.10	15.70	21.80	30.60	21.20	18.50	2.30	2.40	21.50	20.00	12.60	18.80	30.60
1986	23.30	22.20	25.75	32.45	13.85	14.25	7.20	12.40	17.50	10.60	15.90	27.00	32.45
1987	35.20	28.70	29.70	34.30	6.50	10.00	5.30	5.50	9.60	12.10	35.70	37.50	37.50
1988	21.50	15.40	18.20	24.20	17.20	7.10	8.30	1.80	10.60	17.10	15.10	22.80	24.20
1989	19.30	23.80	36.20	25.20	20.00	6.70	4.75	3.10	20.10	18.20	35.80	16.00	36.20
1990	33.50	24.60	4.40	16.20	7.50	14.00	1.20	7.95	20.10	28.60	20.40	9.20	33.50
1992	27.25	23.05	15.35	19.35	7.60	15.30	2.10	12.80	23.80	21.50	8.30	25.40	27.25
1993	21.00	21.50	26.30	22.50	11.30	9.00	8.90	1.20	20.80	18.10	30.50	22.20	30.50
1994	15.50	52.20	25.50	30.00	7.50	2.70	2.50	12.00	7.50	21.30	32.60	27.10	52.20
1995	15.00	37.60	13.70	39.20	11.90	7.90	2.50	0.90	3.30	24.10	26.60	18.10	39.20
1996	11.10	34.70	20.70	14.30	6.20	2.80	1.40	4.90	9.80	24.30	14.40	20.20	34.70
1997	24.70	23.80	30.80	9.30	16.30	6.10	0.00	12.80	26.00	35.10	23.10	33.50	35.10
1998	25.40	35.70	29.10	11.80	9.10	6.40	0.80	3.90	5.90	19.00	24.60	8.90	35.70
1999	28.20	49.40	24.20	10.80	12.90	17.30	1.10	3.90	19.30	10.90	34.10	22.40	49.40
2000	30.50	32.10	23.00	12.10	22.10	12.40	2.10	8.40	9.60	16.60	14.60	19.50	32.10
2001	22.30	19.30	29.60	5.70	11.10	2.50	3.70	0.60	5.50	31.90	20.80	34.00	34.00
2002	20.60	16.90	27.00	20.90	13.20	5.70	7.70	0.00	11.40	22.70	25.70	31.20	31.20
2003	16.40	18.00	24.00	21.10	4.90	5.90	2.60	7.20	14.20	18.60	24.80	19.20	24.80
2004	13.60	14.40	12.10	15.20	8.30	1.30	10.90	10.40	12.40	21.00	43.30	13.20	43.30
PROMEDIO	21.28	27.21	23.34	20.82	12.72	8.96	3.99	5.90	13.94	21.23	24.77	22.29	
PREC. MIN	5.10	14.40	4.40	5.70	4.90	1.30	0.00	0.00	3.30	10.60	8.30	8.90	
PREC. MAX	35.20	52.20	36.20	39.20	25.70	18.50	10.90	12.80	26.00	35.10	43.30	37.50	

Fuente: SENAMHI, estación: Huamachuco, tipo convencional – meteorológica.

**Figura 11**



Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas (mm) – estación Huamachuco

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 11 se aprecia que la precipitación máxima anual es de 35.02mm, los meses de lluvias considerables se dan en los meses de febrero y noviembre; así mismo la temporada de estiaje se da entre los meses de julio y agosto.

### **3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos**

El “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p.6.” menciona lo siguiente: “La ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. Los estudios hidrológicos son fundamentales para:

- ✓ El diseño de obras Hidráulicas, para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que representan el comportamiento de toda la cuenca en estudio.
- ✓ El correcto conocimiento del comportamiento hidrológico de un río, arroyo, o de un lago es fundamental para poder establecer las áreas vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos; así como para prever un correcto diseño de obras de infraestructura vial.”

Motivo por el cual, para el presente estudio, se considera el análisis estadístico racional por tener 1.079km<sup>2</sup> de área de microcuenca, si fuese el caso de que el área supere los 10km<sup>2</sup>: se realizaría un análisis estadístico racional modificado.

#### ➤ Periodo de retorno:

El “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p.16” sugiere que es necesario: “considerar la relación existente entre probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros”.

Motivo por el cual, el cuadro 15 se utilizó para asumir un periodo de retorno T para varios riesgos admisibles R y un tiempo de vida útil de las obras en un determinado número de años.

**Cuadro 15**  
**Valores de periodo de retorno T (años)**

Riesgo admisible	Vida útil de las obras (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
<b>R</b>										
<b>0.01</b>	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
<b>0.02</b>	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
<b>0.05</b>	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
<b>0.10</b>	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
<b>0.20</b>	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
<b>0.25</b>	4	7	11	18	<b>35</b>	<b>70</b>	87	174	348	695
<b>0.50</b>	2	3	5	8	<b>15</b>	<b>29</b>	37	73	154	289
<b>0.75</b>	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
<b>0.99</b>	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

**Fuente:** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje – MTC, 2014.

El cuadro 16 se utilizó para establecer el riesgo máximo admisible en porcentaje para las diversas obras de drenaje, teniéndose lo siguiente:

**Cuadro 16**  
**Valores máximos recomendados de riesgo admisible para obras de drenaje**

Tipo de obra	Riesgo admisible (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
<b>Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas</b>	<b>35</b>
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

**Fuente:** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje – MTC, 2014.

Con la finalidad de determinar los periodos de retorno se considerará la vida útil de las obras de drenaje, para tal sentido se consideró lo mostrado en el siguiente cuadro:

**Cuadro 17**

**Vida útil considerada (n)**

<b>Obra de drenaje</b>	<b>Años (n)</b>
Puentes y defensas ribereñas	40
Alcantarillas de quebradas importantes	25
<b>Alcantarillas de quebradas menores</b>	<b>15</b>
Drenaje de plataforma y sub-drenes	15

**Fuente:** Elaboración propia

Al obtener del cuadro 16 el riesgo admisible de 35% y del cuadro 17 la vida útil de 15 años. Con estos resultados se usó el cuadro 15 y mediante la interpolación se obtuvo que el periodo de retorno será de 40 años para alcantarillas de paso y alivio.

➤ Modelos de distribución:

El “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 18” sugiere que: “El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales puede ser discretos o continuos.”

Razón por la cual para el presente proyecto se consideró utilizar los siguientes modelos de distribución de probabilidad teóricos obtenidos mediante procesos estadísticos de los datos hidrológicos, dichos modelos se describen a continuación:

✓ Prueba Kolmogorov – Smirnov

El “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 25” sugiere que: “Comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, asimismo permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste. La prueba compara el máximo valor absoluto de la diferencia  $D$  entre la función de distribución de probabilidad observada  $F_o(x_m)$  y la estimada  $F(x_m)$ ”

$$D(\text{diferencial}) = \Delta = \text{máx}/F_o(x_m) - F(x_m)/$$

La prueba Kolmogorov – Smirnov comprende de las siguientes etapas:

- $D_n$  es la diferencia máxima existente entre la función de distribución acumulada de la muestra en estudio y la función de distribución acumulada teórica escogida.
- Se determina el nivel de probabilidad  $\alpha$ , los valores más usados varían entre 0.05 y 0.01.
- El cuadro 18 servirá para determinar el  $\Delta\alpha$  (valor crítico), el cual está en función del tamaño de la muestra “n” y el nivel de probabilidad  $\alpha$ .
- La distribución escogida es rechazada si es que el  $\Delta\alpha$ (valor crítico) obtenido del cuadro 18, es mayor al  $\Delta$ tabular del cuadro 19.

**Cuadro 18**

**Valores críticos  $\Delta$  para la prueba Kolmogorov – Smirnov**

Tamaño de la muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
<b>20</b>	0.26	<b>0.29</b>	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.20	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

$\Delta$ Tabular	>	$\Delta$ Valor crítico
<b>0.3041</b>	>	<b>0.29</b>

**Fuente:** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje – MTC, 2014.

Cuadro 19

## Modelos de distribución

Año (Tr)	Distribución normal (mm)	Distribución log normal 2 parámetros (mm)	Distribución log normal 3 parámetros (mm)	Distribución Gamma 2 parámetros (mm)	Distribución Gamma 3 parámetros (mm)	Distribución log Pearson tipo iii (mm)	Distribución gumbel (mm)	Distribución log gumbel (mm)
500	55.41	60.26	62.74	57.34	63.24	64.89	66.15	80.98
200	53.27	56.81	58.54	54.63	59.22	60.17	61.08	70.44
100	51.50	54.12	55.34	52.44	56.06	56.59	57.24	63.37
50	49.57	51.32	52.08	50.10	52.78	53.00	53.38	56.99
25	47.42	48.37	48.74	47.57	49.35	49.36	49.50	51.21
20	46.67	47.38	47.64	46.71	48.21	48.17	48.24	49.46
10	44.10	44.14	44.09	43.83	44.50	44.39	44.26	44.34
5	40.98	40.51	40.25	40.50	40.45	40.36	40.12	39.56
$\Delta$ TEÓRICO	0.1315	0.0938	0.0831	0.1034	0.09875	0.08977	0.0896	0.1004
$\Delta$ TABULAR	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041

Fuente: Cálculos obtenidos de Hidroesta.

Para este proyecto se consideró que se utilizará la distribución log normal 3 parámetros (mm), al realizarse la comparación de los modelos de distribución.

✓ Modelo de Frederich Bell

En el “XVII CONIC 2009 Congreso Nacional de Ingeniería Civil” se mencionó que: “el modelo de Frederich Bell permite calcular la lluvia máxima asociada a un periodo de retorno y una duración de tormenta, usando como valor índice la lluvia de una hora de duración y 10 años de periodo de retorno”. La fórmula de Frederich Bell es la siguiente:

**Fórmula 1**

**Modelo de Frederich Bell**

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Dónde:

- t = Duración (minutos)  
T = Período de retorno (años)  
 $P_t^T$  = Precipitación caída en t minutos con Periodo de Retorno de T años  
 $P_{60}^{10}$  = Precipitación caída en 60 minutos con Periodo de Retorno de 10 años

Para determinar el valor de  $P_{60}^{10}$  es necesario utilizar el modelo de Yance Tueros, el cual utiliza la precipitación máxima en 24 horas para determinar la intensidad máxima horaria.

**Fórmula 2**

**Modelo de Yance Tueros**

$$I = aP_{24}^b$$

Dónde:

- I = Intensidad máxima (mm/h)  
a, b = Parámetros del modelo: 0.4602, 0.876 respectivamente  
 $P_{24}$  = Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Dichos cálculos se realizaron para obtener el cuadro 20 y 21, cuyos resultados se detallan a continuación:



**Cuadro 20****Precipitaciones (mm) para diferentes duraciones y periodos de retorno**

T (años)	Pmax. 24 h	DURACIÓN (t, minutos)					
		5	10	15	20	30	60
500	62.74	7.12	10.66	13.03	14.87	17.69	23.22
200	58.54	6.37	9.53	11.66	13.30	15.82	20.77
100	55.34	5.80	8.68	10.62	12.11	14.41	18.92
50	52.08	5.23	7.83	9.58	10.93	13.00	17.07
25	48.74	4.67	6.98	8.54	9.74	11.59	15.22
20	47.64	4.48	6.71	8.20	9.36	11.14	14.62
10	44.09	3.92	5.86	7.16	8.17	9.73	12.69
5	40.25	3.35	5.01	6.13	6.99	8.31	10.92

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 21****Precipitaciones (mm/h) para diferentes duraciones (D) y periodos de retorno (T)**

T (años)	Pmax. 24 h	DURACIÓN (t, minutos)					
		5	10	15	20	30	60
500	62.74	85.44	63.95	52.12	44.60	35.37	23.22
200	58.54	76.43	57.21	46.63	39.89	31.64	20.77
100	55.34	69.62	52.11	42.47	36.34	28.82	18.92
50	52.08	62.81	47.01	38.31	32.78	26.00	17.07
25	48.74	55.99	41.91	34.16	29.22	23.18	15.22
20	47.64	53.80	40.26	32.82	28.08	22.27	14.62
10	44.09	46.98	35.16	28.66	24.52	19.45	12.69
5	40.25	40.17	30.06	24.50	20.97	16.63	10.92

Fuente: Elaboración propia.

**3.3.2.4. Curvas de intensidad – duración – frecuencia**

En el “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 27” menciona que:

“Las curvas Intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o en el periodo de retorno.”

Es así que, se utilizan los registro pluviográficos de lluvia de la zona donde se realiza el estudio o proyecto para determinar las curvas IDF. Luego, a partir de esto, se selecciona la lluvia más intensa con diferente duración de cada año y se realiza un estudio de frecuencia con las series formadas.

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia, se calculan usando la siguiente fórmula:

**Fórmula 3**  
**Intensidad máxima**

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

Dónde:

- I = Intensidad máxima (mm/h)
- K, m, n = Factores característicos de la zona de estudio
- T = Periodo de retorno en años
- T = Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Estas constantes determinarán a través de un análisis de regresión, los resultados que se muestran en el cuadro 22 a continuación:

**Cuadro 22**  
**Resultados del análisis de regresión**

<i>Constante</i>	1.901845	
<i>Error estandar de est. Y</i>	0.019773	
<i>R cuadrada</i>	0.991166	
<i>Número de observaciones.</i>	48	
<i>Grado de libertad</i>	45	
<i>Coefi. X</i>	0.162045	-0.5271
<i>Error estándar de coef.</i>	0.004541	0.00833

**Fuente:** Elaboración propia.

Productos de los resultados del análisis de regresión, se obtuvieron los siguientes resultados de las constantes:

$$m = 0.162 \quad n = 0.527 \quad K = 79.77$$

Posteriormente se reemplazaron los datos obtenidos en la fórmula de la intensidad máxima:

$$I_{max} = \frac{79.77 \times T^{0.162}}{t^{0.527}}$$

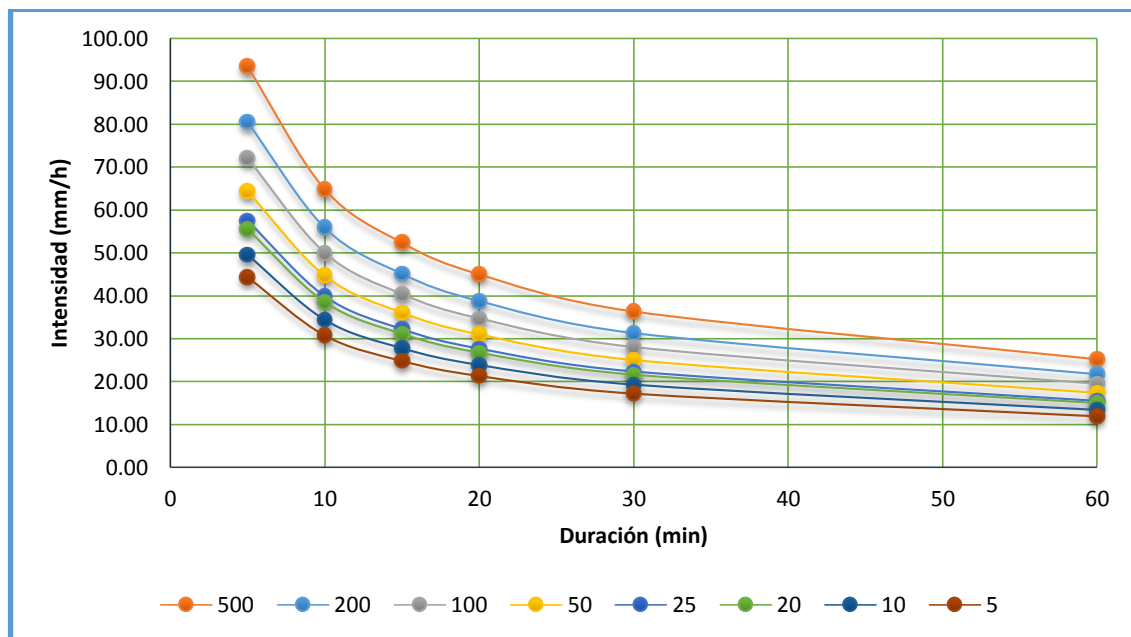
**Cuadro 23**  
**Intensidad – duración – frecuencia**

T (años)	Pmax. 24 h	Duración (t, minutos)					
		5	10	15	20	30	60
500	62.74	93.49	64.88	52.39	45.02	36.36	25.23
200	58.54	80.59	55.93	45.17	38.81	31.34	21.75
100	55.34	72.03	49.99	40.37	34.69	28.01	19.44
50	52.08	64.38	44.67	36.08	31.00	25.04	17.37
25	48.74	57.54	39.93	32.25	27.71	22.38	15.53
20	47.64	55.49	38.51	31.10	26.72	21.58	14.98
10	44.09	49.60	34.42	27.80	23.89	19.29	13.39
5	40.25	44.33	30.76	24.84	21.35	17.24	11.96

Fuente: Elaboración propia.

Dichos resultados en el cuadro 23, se muestran de manera gráfica en la figura 12.:

**Figura 12**



**Curvas de intensidad – duración - frecuencia**

Fuente: Elaboración propia.

La figura 12 muestra la relación entre la intensidad máxima (mm/h) para un número determinado de años y según su duración en minutos. Estos datos serán utilizados para determinar las características de las cuencas que se identifican en la zona de estudio, y diseñar las obras de arte que se requieran.

### 3.3.2.5. Cálculos de caudales

Para estimar los caudales de diseño, existen 2 métodos conocidos, como lo son: los empíricos y los estadísticos. Para este proyecto se está empleando el método estadístico y se ha elegido la fórmula racional.

El “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 41” menciona que: “El método racional estima el caudal máximo de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente  $c$  (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas  $A < 10 \text{ Km}^2$ . Considerar que la duración de  $P$  es igual  $T_c$ .” El caudal máximo de diseño se obtiene de desarrollar la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \textbf{Fórmula 4} \\ & \textbf{Caudal máximo de diseño} \\ & Q = 0.278 CIA \end{aligned}$$

Dónde:

$Q$  = Descarga máxima de diseño ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$C$  = Coeficiente de escorrentía

$I$  = Intensidad de precipitación máxima horaria ( $\text{mm}/\text{h}$ )

$A$  = Área de la cuenca ( $\text{Km}^2$ )

El cuadro 24 se utiliza para determinar los coeficientes de escorrentía mediante el método racional. Para determinar dichos coeficientes la tabla toma en consideración características como la cobertura vegetal, el tipo de suelo y la pendiente del terreno del área donde se desarrolla el proyecto.

**Cuadro 24**

**Coefficientes de escorrentía – método racional**

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	<b>Permeable</b>	0.50	<b>0.45</b>	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, Vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

**Fuente:** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje – MTC, 2014.

Para este proyecto utilizaremos el coeficiente de escorrentía de 0.45 del cuadro 24, el cual se aplicó para hallar el caudal máximo de la cuenca que intersecta la vía. Dicho caudal máximo se detalla en el cuadro siguiente:

**Cuadro 25**

**Caudal máximo de cuenca**

Quebrada N°	Progresivas	Estructura		Área (Km <sup>2</sup> )	Obra de drenaje	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad (mm/hr)	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)
		Este	Norte							
1	0+072.26	878771.00	9144696.00	1.078	Alcantarilla de paso	0.45	4.242	40	67.71	9.13

**Fuente:** Elaboración propia.

**3.3.2.6. Tiempo de concentración**

El “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 31” menciona lo siguiente: “Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración  $t_c$ . El tiempo de concentración real depende de muchos factores, entre otros de la geometría en planta de la cuenca (una cuenca alargada tendrá un mayor tiempo de concentración), de su pendiente pues una mayor pendiente produce flujos más veloces y en menor tiempo de concentración, el área, las características del suelo, cobertura vegetal, etc. Las fórmulas más comunes solo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área.”. Para determinar el tiempo de concentración se utiliza la siguiente fórmula:

**Fórmula 5**

**Tiempo de concentración – Kirpich (1940)**

$$t_c = 0.01947 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

Dónde:

L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m

S = Pendiente promedio de la cuenca, m/m

Dichas fórmulas ayudaron a conocer el tiempo de concentración de la cuenca que atraviesa la vía del proyecto, la cual se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro 26**

**Tiempo de concentración dentro del área de estudio**

Quebrada N°	Progresiva	Área (Km2)	Longitud del cauce (m)	Cota (msnm)		Desnivel (m)	S (m/m)	Tc (minutos)
				Máxima	Mínima			KIRPICH
1	0+072.26	1.078	725.00	2947.00	2625.00	322.00	0.44	4.242

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3.3. Hidráulica y drenaje

#### 3.3.3.1. Drenaje superficial

Tiene como funciones básicas minimizar el desgaste de la vía y los impactos negativos al medio ambiente como consecuencia de la variación de la escorrentía. Así mismo permite realizar la recolección de las aguas que discurren sobre la vía, y que provienen de la plataforma o los taludes, para que posteriormente puedan ser captadas y derivadas a los cauces naturales de las quebradas que existen en la zona; asegurando la conservación de la vía y su transitabilidad eficiente. Hay 2 tipos de drenaje superficial:

➤ Drenaje superficial transversal

En el “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 41” menciona que: “El drenaje transversal de la carretera tiene como objetivo de evacuar adecuadamente el agua superficial que intercepta su infraestructura, la cual discurre por cauces naturales o artificiales, en forma permanente o transitoria, a fin de garantizar su estabilidad y permanencia”.

Se dimensiona una sección eficiente para adaptarla a las alcantarillas, las cuales son elementos básicos del drenaje transversal. Las alcantarillas son estructuras de un largo menor a 6 metros, las cuales derivan los flujos líquidos y sólidos con el menor daño posible a la vía.

Para que este drenaje sea eficiente, es necesario conocer estas consideraciones:

- ✓ Es necesario construir obras complementarias a las alcantarillas para facilitar el encauzamiento del agua tanto en la entrada como en la salida de estas estructuras.
- ✓ La variación de la velocidad del flujo dentro de las alcantarillas depende del incremento o disminución de la pendiente.

- ✓ Las alcantarillas no trabajan a sección llena, esto incrementaría el riesgo de obstrucción, se recomienda que el diseño hidráulico considere como mínimo el 25% de la altura, diámetro o flecha de la estructura.
- ✓ Las alcantarillas son diseñadas con el máximo caudal calculado del periodo de retorno.

➤ Drenaje superficial longitudinal

El “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 160” menciona que:

“El agua que fluye a lo largo de la superficie de la plataforma, tanto de la propia carretera como de lo aportado por los taludes superiores adyacentes, debe ser encauzada y evacuada de tal forma que no se produzcan daños a la carretera ni afecte su transitabilidad”.

Las infraestructuras hidráulicas más eficientes y convencionales para el drenaje superficial son las cunetas. Estas son zanjas con o sin revestimiento, ubicados a un costado de la carretera, en donde se requiera. Estas estructuras captan, conducen y evacúan los flujos de agua superficial y tienen diferentes tipos de forma: pueden ser rectangulares, triangulares o trapezoidales.

La capacidad de las cunetas se rige por dos límites:

- ✓ El caudal que transita con la cuneta llena.
- ✓ El Caudal originado por la velocidad máxima admisible.

Los márgenes de la pendiente longitudinal de las cunetas varían entre:

$$0.5\% < i < 2\%$$

Estos límites garantizan su auto limpieza y evitan que se produzcan velocidades erosivas.

El diseño eficiente de las cunetas se debe considerar lo siguiente:

- ✓ Se utilizarán alcantarillas de alivio para descargar el agua de las cunetas. En zonas donde llueve poco se efectúa la descarga a una distancia máxima de 250 metros, mientras que en zonas donde llueve



mucho esta longitud es de 200 metros, estas longitudes pueden variar previa justificación técnica.

- ✓ El revestimiento de las cunetas es por lo general de un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y de un espesor de 0.075 m.
- ✓ Se construye una berma exterior de recepción de un ancho de 60 cm como mínimo para recibir la caída de materiales del talud que podría deteriorar la estructura.
- ✓ Se realiza 2 mantenimientos anuales, antes y después del periodo de lluvia, con el fin de mejorar los diseños o rehabilitar la infraestructura.

➤ Criterios funcionales

Para la implementación de los elementos de drenaje superficial de este proyecto, se tomaron las siguientes consideraciones:

- ✓ La facilidad en la adquisición de equipos y maquinaria.
- ✓ La mano de obra calificada para la construcción de los elementos estructurales.
- ✓ Los costos de construcción y mantenimiento.

Así mismo se tomaron en cuenta los siguientes requisitos:

- ✓ Se tuvo en cuenta la variación de las pendientes, ya que esta afecta a la velocidad de flujo y se debe tener en consideración de que esta velocidad no ocasione daños por erosión o sedimentación.
- ✓ En las alcantarillas siempre se debe mantener un borde libre de 0.10 m como mínimo.
- ✓ Se debe prever posibles daños materiales por inundaciones de zonas aledañas a la carretera.

### **3.3.3.2. Diseño de cunetas**

Se diseñarán cunetas de sección triangular, el material del cual estarán hechas será de mampostería y se proyectará para los tramos longitudinales al pie de los taludes de corte que están ubicadas paralelamente a la superficie de rodadura. A continuación, se muestran los taludes interiores que se considerarán para el diseño de las cunetas:

**Cuadro 27**

**Inclinación máxima del talud (V: H) interior de la cuneta**

V. D. (Km/h)	I. M. D. A. (Veh/Día)	
	< 750	> 750
< 70	1.2	1.3
	1.3	
>70	1.3	1.4

**Fuente:** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje – MTC, 2014.

Del cuadro 27 debido a que se tiene una velocidad de diseño menor a 70km/h y el IMDA menor a 750 veh/día, se estableció de que el talud interior a utilizar será de 1:1:8 y el talud exterior será de 1:0.33.

➤ Cálculo hidráulico de cunetas

✓ Cálculo de aporte (Q)

Este método se utiliza para calcular el caudal en el área de aporte que corresponde a la longitud de la cuneta. Es utilizado para cuencas cuya área es menor a los 10 Km<sup>2</sup>. Se calcula de la siguiente forma:

**Fórmula 6**

**Caudal de aporte**

$$Q = \frac{CIA}{3.60}$$

Dónde:

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

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

I = Intensidad de lluvia de diseño (mm/h)

A = Área aportante (Km<sup>2</sup>)

✓ Aporte de talud de corte

• L (longitud máxima de cuneta) = 0.79 km

• Ancho Tributario = 0.10 km

• Área tributaria máxima = 0.079 km<sup>2</sup>

- C (coeficiente de escorrentía) = 0.45
  - Periodo de retorno = 10 años
  - I (intensidad máxima) = 8.75 mm/h
  - Q1 (caudal máximo) = 0.1566 m<sup>3</sup>/s
- ✓ Aporte de la superficie de rodadura
- A (área tributaria) = Longitud máxima de cuneta por tramo x 3.50 m (ancho de carril + berma)
  - C (coeficiente de escorrentía) = 0.20
  - Periodo de retorno = 10 años
  - I (intensidad máxima) = 8.75 mm/h
  - Q2 (caudal máximo) = 0.0013 m<sup>3</sup>/s
  - QT (caudal total máximo) = Q1 + Q2 = 0.1601 m<sup>3</sup>/s

El caudal de aporte correspondiente a cada cuneta proyectada, se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro 28

Cálculo de caudales de diseño para cunetas

N°	PRECIPITACION		TALUD DE CORTE							DRENAJE DE CARPETA DE RODADURA						Q Total
	DESDE	HASTA	LONGITUD (km)	ANCHO TRIBUTARIO (km)	ÁREA TRIBUTARIO (Km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad máxima (mm/hora)	Q 1	ANCHO TRIBUTARIO (km)	ÁREA TRIBUTARIO (Km2)	C	Periodo de retorno	Intensidad máxima (mm/hora)	Q2 (Calzada)	Q1 + Q2 m3/seg
									m3/seg						m3/seg	
1	00+000.00	00+310.00	0.31	0.10	0.03	0.45	10	13.39	0.0519	0.0035	0.0011	0.81	10	13.39	0.0033	0.0551
2	00+310.00	00+500.00	0.19	0.10	0.02	0.45	10	13.39	0.0318	0.0035	0.0007	0.81	10	13.39	0.0020	0.0338
3	00+500.00	00+750.00	0.25	0.10	0.03	0.45	10	13.39	0.0418	0.0035	0.0009	0.81	10	13.39	0.0026	0.0445
4	00+750.00	01+010.00	0.26	0.10	0.03	0.45	10	13.39	0.0435	0.0035	0.0009	0.81	10	13.39	0.0027	0.0462
5	01+010.00	01+250.00	0.24	0.10	0.02	0.45	10	13.39	0.0402	0.0035	0.0008	0.81	10	13.39	0.0025	0.0427
6	01+250.00	01+715.00	0.47	0.10	0.05	0.45	10	13.39	0.0778	0.0035	0.0016	0.81	10	13.39	0.0049	0.0827
7	01+715.00	02+000.00	0.29	0.10	0.03	0.45	10	13.39	0.0477	0.0035	0.0010	0.81	10	13.39	0.0030	0.0507
8	02+000.00	02+230.00	0.23	0.10	0.02	0.45	10	13.39	0.0385	0.0035	0.0008	0.81	10	13.39	0.0024	0.0409
9	02+230.00	02+700.00	0.47	0.10	0.05	0.45	10	13.39	0.0786	0.0035	0.0016	0.81	10	13.39	0.0050	0.0836
10	02+700.00	03+600.00	0.90	0.10	0.09	0.45	10	13.39	0.1506	0.0035	0.0032	0.81	10	13.39	0.0095	0.1601
11	03+600.00	03+900.00	0.30	0.10	0.03	0.45	10	13.39	0.0502	0.0035	0.0011	0.81	10	13.39	0.0032	0.0534
12	03+900.00	04+290.00	0.39	0.10	0.04	0.45	10	13.39	0.0653	0.0035	0.0014	0.81	10	13.39	0.0041	0.0694
13	04+290.00	04+610.00	0.32	0.10	0.03	0.45	10	13.39	0.0535	0.0035	0.0011	0.81	10	13.39	0.0034	0.0569
14	04+610.00	05+000.00	0.39	0.10	0.04	0.45	10	13.39	0.0653	0.0035	0.0014	0.81	10	13.39	0.0041	0.0694

DISTANCIA ACUMULADA = 5.000

CAUDAL MAYOR = 0.1601

Fuente: Elaboración propia.

✓ Capacidad de las cunetas

Para calcular la capacidad de las cunetas se utiliza la ecuación de Manning:

**Fórmula 7**

**Ecuación de Manning**

$$Q = A \times V \times \frac{\left( A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \right)}{n}$$

Dónde:

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

V : Velocidad media (m/s)

A : Área de la sección (m<sup>2</sup>)

P : Perímetro mojado (m)

Rh : 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

Se determinaron las dimensiones de las cunetas utilizando los datos del siguiente cuadro:

**Cuadro 29**

**Dimensiones mínimas para las cunetas**

Región	Profundidad (D) (m)	Ancho (A) (m)
Seca (< 400 mm/año)	0.20	0.50
<b>Lluviosa ( De 400 a &lt; 1600 mm/año)</b>	<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

**Fuente:** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje – MTC, 2014.

**Cuadro 30**

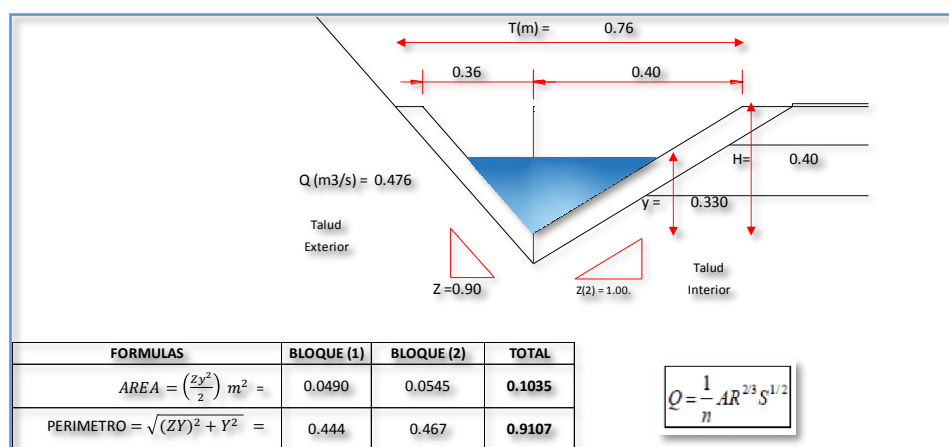
**Valores de rugosidad “n” de Manning**

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre
0.011	Concreto liso
<b>0.013</b>	<b>Madera suave, metal, concreto frotachado</b>
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.040	Arrojos de montaña con muchas piedras

**Fuente:** Krochin Sviatoslav “Diseño Hidráulico”, EDI. MIR, Moscú, 1978.

Es así que con del cuadro 30 se determina que el coeficiente de rugosidad a usar será 0.025. Un talud interno de 1:1.8 (V: H) y un borde libre de 10 cm y una pendiente de terreno de 10%. En la figura 13 se muestran las dimensiones y la sección de las cunetas.

**Figura 13**



**Cálculo hidráulico de la cuneta**

**Fuente:** Elaboración propia.

Del cuadro 31, con el apoyo del programa H canales, se realizó el cálculo hidráulico y se verificó que el caudal máximo cálculo sea mayor que el caudal de aporte para cada tramo de cuneta; como se aprecia a continuación:

Cuadro 31

Cuadro de comparación y verificación de caudales en toda la vía en cunetas

RELACIONES GEOMÉTRICAS									TIPO DE TERRENO		ECUA. DE MANING		MÁX. CALCULADO	
Tramos de pendiente	Tirante	Pendiente		Área hidráulica	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Espejo de agua	Borde libre	Altura	Rugosidad	Pendiente terreno	Velocidad (m/s)	CAUDAL (m3/s)	CAUDAL (m3/s)
PROGRESIVA	y	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	A	P	R	T	B	H	n	s	V	Q	Q
00+250.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0650	4.600	0.476	0.055
00+500.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0312	3.187	0.330	0.034
00+750.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0572	4.315	0.446	0.044
01+000.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0633	4.540	0.470	0.046
01+250.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0850	5.261	0.544	0.043
01+725.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0050	1.276	0.132	0.083
02+000.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0225	2.707	0.280	0.051
02+250.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0400	3.609	0.373	0.041
02+700.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0960	5.591	0.578	0.084
03+600.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0803	5.113	0.529	0.160
03+900.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0719	4.838	0.501	0.053
04+250.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0719	4.838	0.501	0.069
04+550.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0719	4.838	0.501	0.057
05+000.00	0.33	0.90	1.00	0.103	0.911	0.114	0.660	0.07	0.40	0.013	0.0308	3.167	0.328	0.069

OK

OK

OK

OK

OK

OK

OK

OK

OK

OK

OK

OK

OK

Qmaning > Qaporte ... OK
--------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro 31 se calculó que la capacidad máxima de la cuneta será de 0.578 m<sup>3</sup>/s, la cual es mayor al caudal de aporte siendo 0.055 m<sup>3</sup>/s, con una velocidad máxima de 5.591 m/s, la cual se encuentra dentro de los parámetros establecidos según el cuadro siguiente:

**Cuadro 32**  
**Velocidades máximas según el tipo de superficie**

<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 cubierta 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 de hidrología, hidráulica y drenaje – MTC, 2014.

### 3.3.3.3. Diseño de alcantarilla de paso

En este proyecto se plantea utilizar 1 alcantarilla de paso a lo largo del tramo de la vía, con el fin de que se evacuen los flujos provenientes de las quebradas y perseverar la vida útil de la carretera. Dichas alcantarillas se ubican en las progresiva que se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 33**  
**Alcantarillas de paso**

<b>N°</b>	<b>Progresiva de alcantarilla de paso (km)</b>
1	00+072.26

**Fuente:** Elaboración propia.



➤ Cálculo hidráulico de la alcantarilla de paso

✓ Tipo y sección

Serán de sección circular, por lo que se usará tubería de acero corrugado tipo TMC.

✓ Caudal de aporte

Se determinó usando el programa ArcGIS, donde se delimitó las micro cuencas de cada quebrada que atraviesa el tramo de vía; para después aplicar las fórmulas de la hidrología y se obtengan los siguientes resultados:

**Cuadro 34**

**Caudal de aporte de la alcantarilla de paso**

Quebrada N°	Progresivas	ESTRUCTURA		Área (Km2)	Obra de drenaje	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad(mm/hr)	Caudal Cuencas (m3/s)	Caudal Cunetas (m3/s)	TOTAL (m3/s)
		ESTE	NORTE									
1	0+072.26	878771.00	9144696.000	1.078	Alcantarilla de paso	0.45	4.242	40	67.71	9.13	0.0551	9.19

Fuente: Elaboración propia.

Luego de obtener el caudal total con la fórmula de Manning, se determina el diámetro de la alcantarilla de paso, para finalmente establecer el diámetro comercial. Para este proyecto se tomó en consideración los diámetros de la empresa PRODAC. En el cuadro siguiente se muestra el cálculo de los diámetros para la alcantarilla de paso:

**Cuadro 35**

**Cálculo de diámetros comerciales para las alcantarillas de paso**

N°	Progresiva	Q <sub>MÁX</sub> Calculado (m <sup>3</sup> /s)	S	n	Diámetro calculado (m)	Diámetro calculado (")	Cantidad	Diámetro comercial (")
1	0+072.26	9.13	0.02	0.025	2.000	79.0	1.0	<b>80</b>


Fuente: Elaboración propia.

Figura 14

**5. PRESENTACION TUBERIAS DE SECCION CIRCULAR**

DIÁMETRO		DESARROLLO	SECCIÓN	PERÍMETRO	ESPESOR	H <sub>n</sub>	AR <sub>n</sub> <sup>2/3</sup>
mm.	pulg.	pi	(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	0,253
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 emdida, corresponde a los fabricados comercialmente. A solicitud del cliente se pueden variar los espesores.



Diámetros comerciales

Fuente: Prodac.

### 3.3.3.4. Consideraciones de aliviaderos

En este proyecto se ha considerado la colocación de 11 alcantarillas de alivio a lo largo del tramo de la vía en diseño, en donde se evacuarán las aguas captadas por las cunetas. Dichas alcantarillas de alivio se ubican en las progresivas que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 36

Alcantarillas de alivio

Nº	Progresiva de las alcantarillas de alivio (km)
1	00+300.00
2	00+700.00
3	00+970.00
4	01+200.00
5	02+400.00
6	02+700.00
7	03+200.00
8	03+618.00
9	04+040.00
10	04+260.00
11	04+500.00

Fuente: Elaboración propia.

✓ Tipo y sección

Según el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje los tipos de alcantarillas utilizadas en el Perú son de concreto, metálicas corrugadas y tuberías de polietileno de alta densidad; además las secciones usualmente son cuadradas, circulares y rectangulares. En ese caso se tendrá alcantarillas de alivio de acero corrugado tipo TMC de sección circular, por ser eficientes en el drenaje de las aguas pluviales, además de ser duraderas y funcionar estructuralmente de forma correcta.

✓ Caudal de aporte

Se analizó con el mismo método con el que fue calculado el caudal para las cunetas, tomando la longitud de las cunetas que llegan al aliviadero y altura de 100 metros para determinar el área tributaria.

Cuadro 37

## Cálculo de caudales de diseño para alcantarillas de alivio

N°	PRECIPITACIÓN		Longitud	TALUD DE CORTE						DRENAJE DE CARPETA DE RODADURA						Q
	Desde	Hasta		Ancho tributario	Área tributario	C	Periodo de retorno	Intensidad máxima	Q 1	Ancho tributario	Área tributario	C	Periodo de retorno	Intensidad máxima	Q2 (Calzada)	Q1 + Q2+Qc
								(mm/hora)	m3/seg					(mm/hora)	m3/seg	
1	00+000.00	00+310.00	0.31	0.10	0.03	0.45	20	14.98	0.0580	0.0035	0.0011	0.84	20	14.98	0.0038	0.0618
2	00+310.00	00+500.00	0.19	0.10	0.02	0.45	20	14.98	0.0356	0.0035	0.0007	0.84	20	14.98	0.0023	0.0717
3	00+500.00	00+750.00	0.25	0.10	0.03	0.45	20	14.98	0.0468	0.0035	0.0009	0.84	20	14.98	0.0030	0.0943
4	00+750.00	01+010.00	0.26	0.10	0.03	0.45	20	14.98	0.0487	0.0035	0.0009	0.84	20	14.98	0.0032	0.0981
5	01+010.00	01+250.00	0.24	0.10	0.02	0.45	20	14.98	0.0449	0.0035	0.0008	0.84	20	14.98	0.0029	0.0905
6	01+250.00	01+715.00	0.47	0.10	0.05	0.45	20	14.98	0.0871	0.0035	0.0016	0.84	20	14.98	0.0057	0.1754
7	01+715.00	02+000.00	0.29	0.10	0.03	0.45	20	14.98	0.0534	0.0035	0.0010	0.84	20	14.98	0.0035	0.1075
8	02+000.00	02+230.00	0.23	0.10	0.02	0.45	20	14.98	0.0431	0.0035	0.0008	0.84	20	14.98	0.0028	0.0868
9	02+230.00	02+700.00	0.47	0.10	0.05	0.45	20	14.98	0.0880	0.0035	0.0016	0.84	20	14.98	0.0057	0.1773
10	02+700.00	03+600.00	0.90	0.10	0.09	0.45	20	14.98	0.1685	0.0035	0.0032	0.84	20	14.98	0.0109	0.3395
11	03+600.00	03+900.00	0.30	0.10	0.03	0.45	20	14.98	0.0562	0.0035	0.0011	0.84	20	14.98	0.0036	0.1132
12	03+900.00	04+290.00	0.39	0.10	0.04	0.45	20	14.98	0.0730	0.0035	0.0014	0.84	20	14.98	0.0047	0.1471
13	04+290.00	04+610.00	0.32	0.10	0.03	0.45	20	14.98	0.0599	0.0035	0.0011	0.84	20	14.98	0.0039	0.1207
14	04+610.00	05+000.00	0.39	0.10	0.04	0.45	20	14.98	0.0730	0.0035	0.0014	0.84	20	14.98	0.0047	0.1471

DISTANCIA ACUMULADA= 5.000

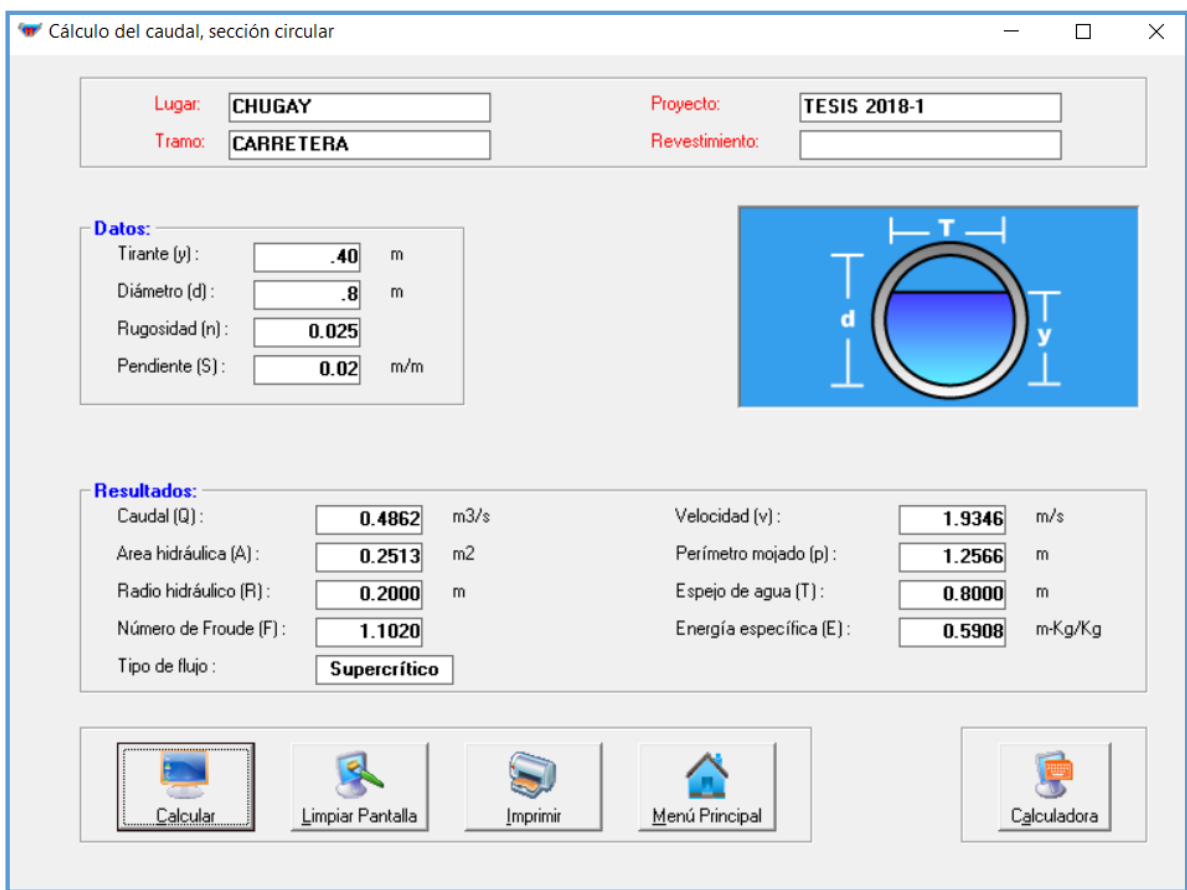
CAUDAL MAYOR = **0.3395**

Fuente: Elaboración propia.

➤ Cálculo hidráulico de aliviaderos

Se empleó la fórmula de Manning nuevamente para el cálculo de la velocidad de flujo y el caudal de la tubería. Con el empleo del Programa H Canales se procede a realizar el cálculo hidráulico respectivo con el fin de determinar y verificar si el caudal calculado es mayor que el caudal de aporte. El coeficiente de rugosidad escogido es de 0.025 para tuberías metálicas corrugadas, la pendiente es de 2% y el tirante de agua es de 25 cm. Los resultados se detallan en la siguiente figura:

**Figura 15**

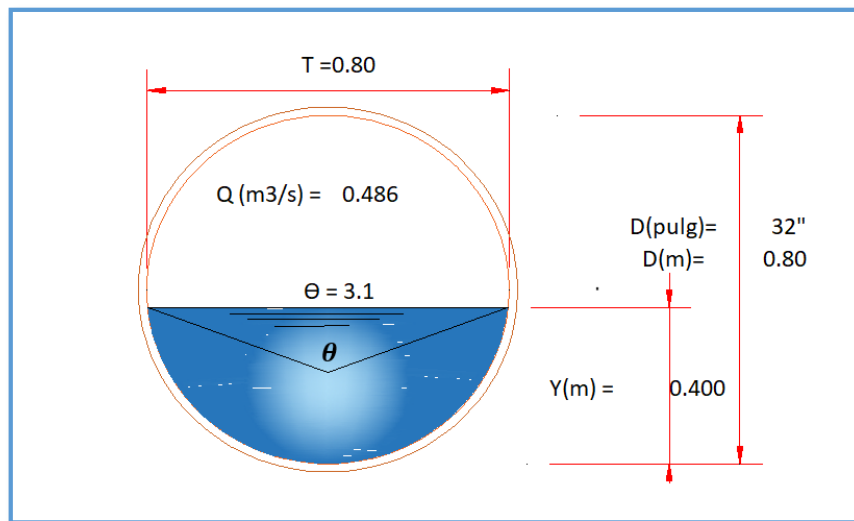


**Cálculo hidráulico de los aliviaderos**

**Fuente:** H canales – Elaboración propia.

Dicho programa arrojó un caudal de 0.4862 m<sup>3</sup>/s el cual es mucho mayor al caudal crítico de 0.3395 m<sup>3</sup>/s, con una velocidad de 1.9346 m/s, la cual está dentro de los rangos admisibles. Las dimensiones y caudales de las alcantarillas de alivio se aprecian en la figura y cuadro siguiente:

Figura 16



Dimensiones de las alcantarillas de alivio

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 38

Cuadro de comparación y verificación de caudales en toda la vía en aliviaderos

RELACIONES GEOMÉTRICAS								TIPO DE TERRENO		Ecu. de Manning	Máx. Calculado
SECCIÓN	TIRANTE	ÁNGULO RAD.	ÁREA HIDRÁULICA	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRÁULICO	ESPEJO DE AGUA	ALTURA	RUGOSIDAD	PENDIENTE TERRENO	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
CIRCULAR	$y^*$	$\theta$	A	P	R	T	$D^*$	n	s	Q	Q
	0.400	3.142	0.251	1.257	0.200	0.800	0.80	0.025	0.020	<b>0.486</b>	0.340

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.4. Resumen de obras de arte

El estudio hidrológico del este proyecto, determinó lo siguiente:

- ✓ Las cunetas tendrán una sección triangular y las dimensiones serán de 0.40 m de profundidad por 0.76 m de ancho.
- ✓ Se diseñó 1 alcantarillas de paso y 11 alcantarillas de alivio, las cuales serán de tipo acero corrugado TMC. La alcantarilla de paso tendrá un diámetro de 80", mientras que las alcantarillas de alivio serán de un diámetro de 32".

### **3.4. Diseño geométrico de la carretera**

#### **3.4.1. Generalidades**

Según lo establecido en el diseño geométrico (DG) – 2014, el diseño geométrico es la parte más importante al diseñar en una carretera, donde se considerará la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos y/o rurales. Este diseño se justifica en la necesidad de la población influenciada de generar un acceso eficiente para el intercambio de sus productos y servicios básicos (educación, salud, etc). Por esto motivo, se considerarán ciertos parámetros que se muestran continuación:

- ✓ Análisis de la demanda
- ✓ Velocidad de diseño
- ✓ Sección transversal
- ✓ Tipo de calzada

#### **3.4.2. Normatividad**

El diseño geométrico de la carretera se realizará conforme a lo indicado en la siguiente normatividad emitida por el Ministerio de transporte y comunicaciones:

- ✓ Manual de carreteras: diseño geométrico (DG-2014) – Aprobado con R. D. N° 028-2014-MTC/14, (30.10.2014).
- ✓ Manual de carreteras: manual de inventarios viales – Aprobado con R. D. N° 09-2014-MTC/14, (30.04.2014).
- ✓ Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013) – Aprobado con R. D. N° 22-2013-MTC/14, (07.08.2013).

#### **3.4.3. Clasificación de las carreteras**

La normatividad de la DG – 2014, se mantiene vigente, la cual proviene del Ministerio de transporte y comunicaciones, siendo esta quién clasifica a las carreteras del Perú según su demanda y orografía.

### **3.4.3.1. Clasificación por demanda**

El acceso a los caseríos de Uchubamba y Yamán considerándose un IMDa proyectado de  $< 40$  veh/día, por lo tanto, se clasifica según su demanda en: carretera de tercera clase. Estas poseen un IMDa  $< 400$  veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. Estas carreteras pueden ser funcionalmente básicas al aplicar soluciones consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura.

Según el Manual de carreteras: diseño geométrico (DG-2014), pág. 13, menciona que: “En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase”.

### **3.4.3.2. Clasificación por su orografía**

Según la normatividad en el diseño geométrico – 2014, del Ministerio de transportes y comunicaciones, en la pág. 14, dice: “Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.”

Es por ello que el diseño de esta carretera se clasifica con respecto a la orografía, como terreno accidentado (tipo 3).

## **3.4.4. Estudio de tráfico**

### **3.4.4.1. Generalidades**

Tiene como finalidad clasificar y determinar el volumen de los vehículos que transitan entre los caseríos de Uchubamba y Yamán. Esta ruta es una de las más importantes, ya que conecta al eje agrario de comercio entre localidades.



### 3.4.4.2. Conteo y clasificación

Este se realizó tomando los datos durante todos los días de la semana, del 12 hasta el 18 de marzo del 2018. A continuación, se muestran los aspectos considerados en el conteo:

**Cuadro 39**

**Ubicación de la estación**

Estación	Fecha de conteo	N° de días contados	Días	Ubicación	Tramo
E-1	12/03/18 – 18/03/18	7días	Lunes –Domingo	Chugay	Uchubamba – Yamán

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4.4.3. Metodología

Se determinará el Índice medio diario anual, el cual se obtendrá del estudio de tráfico, previo se investigará sobre si figura una data de algún peaje cercano. Posteriormente en gabinete se procesarán los resultados recopilados en campo.

### 3.4.4.4. Procesamiento de la información

La información del conteo de tráfico obtenido en campo será procesada en Excel, donde se registrarán por tipo de vehículos que pasan por hora y día, por sentido (entrada y salida). Estos resultados serán comparados con estudios de IMD relacionados al área de influencia del proyecto, con la finalidad de compatibilizar.

### 3.4.4.5. Determinación del índice medio diario (IMD)

Según la normatividad en el diseño geométrico DG – 2014 establece que: “Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días de año, previsible o existente en una sección dada de la vía”. Es así que para hallar el IMD, se tuvo en cuenta si existía alguna data de peaje cercana a la zona en estudio. Al no encontrar, se continuó con la

ubicación de una estación y realizando el conteo vehicular en el tramo limitado entre Uchubamba y Yamán.

Para la obtención del IMD se usó la siguiente fórmula:

**Fórmula 8**

**Índice medio diario anual**

$$IMDa = IMDp * Fc$$

Donde:

IMDa = Índice medio diario anual

IMDp = Índice medio diario promedio

Fc = Factor de corrección

Para determinar el índice medio diario, se consideró el conteo vehicular durante los 7 días respectivos, dicha fórmula se detalla a continuación

**Fórmula 9**

**Índice medio diario**

$$IMDp = \left( \frac{V_{lun} + V_{mar} + V_{mie} + V_{jue} + V_{vier} + V_{sab} + V_{dom}}{7} \right)$$

Donde:

V (lun, mar, mie, jue, vie, sab, dom) = Volumen clasificado diario

**3.4.4.6. Determinación del factor de corrección**

Al obtenerse el IMDa mediante el conteo de tráfico, se le aplicó un factor de corrección estacional. Este factor varía respecto a los meses, estaciones y festividades en el año. Se tomó como referencia el peaje de Virú, por ser el más cercano a la zona de estudio. Es así que se realizó el promedio del factor de corrección comprendidos entre los años 2000 – 2010.

**Cuadro 40**  
**Factor de corrección**

<b>Fc</b>	<b>Años referidos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Vehículos pesados</b>	<b>Vehículos ligeros</b>	<b>Considerado</b>
	2000 -2010	Virú	1.0062095	1.0544623	<b>1.10</b>

**Fuente:** Elaboración propia.


















#### **3.4.4.7. Resultados del conteo vehicular**

La información del conteo se procesó en gabinete, la cual se ordenó mediante tablas y figuras con la finalidad de interpretar mejor la información. En este proyecto, solo fue necesario el conteo en una sola estación, comprendida entre Uchubamba y Yamán, el extracto del formato que se utilizó se muestra a continuación:

➤ **Estación E1: Uchubamba – Yamán**


















Se realizó el conteo de tráfico desde la salida de Uchubamba hasta la entrada de Yamán, dicha información se detalla en el cuadro 39. Dichos resultados de los conteos de tráfico diario se muestran en los cuadros siguientes:

**Cuadro 41**  
**Volumen de tráfico - lunes**

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"																			
VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
Tramo: Uchubamba - Yamán					Ubicación: Distrito de Chugay					Fecha: 12/03/18 – 18/03/18									
Código de estación: E-1					Dia: Lunes														
IDA																			
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL		
		PICK UP	Rural combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2		3T3	
Diagrama de vehiculos																			
06 - 08 am	1	1					1											3	50.00
08 - 10 am																		0	0.00
10 - 12 am		1																1	16.67
12 - 14 pm	1																	1	16.67
14 - 16 pm		1																1	16.67
16 - 18 pm																		0	0.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>100.00</b>
%	33.333	50	0	0	0	0	16.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
VUELTA																			
06 - 08 am																		0	0.00
08 - 10 am	1																	1	20.00
10 - 12 am							1											1	20.00
12 - 14 pm	1	1																2	40.00
14 - 16 pm																		0	0.00
16 - 18 pm	1																	1	20.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>100.00</b>
%	60	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	


















Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 42**  
**Volumen de tráfico - martes**

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"																			
VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
Tramo Uchubamba - Yamán					Ubicación Distrito de Chugay					Fecha: 12/03/18 – 18/03/18									
Código de estación: E-1					Dia Martes														
IDA																			
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
		PICK UP	Rural combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
Diagrama de vehiculos																			
06 - 08 am	1																	1	25.00
08 - 10 am		1																1	25.00
10 - 12 am	1																	1	25.00
12 - 14 pm																		0	0.00
14 - 16 pm																		0	0.00
16 - 18 pm		1																1	25.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	
VUELTA																			
06 - 08 am							1											1	20.00
08 - 10 am	1																	1	20.00
10 - 12 am																		0	0.00
12 - 14 pm		1																1	20.00
14 - 16 pm	1																	1	20.00
16 - 18 pm		1																1	20.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	


















Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 43**  
**Volumen de tráfico – miércoles**

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"																			
VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
Tramo Uchubamba - Yamán					Ubicación Distrito de Chugay					Fecha: 12/03/18 – 18/03/18									
Codigo de estación E-1					Dia Miércoles														
IDA																			
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL		
		PICK UP	Rural combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
Diagrama de vehiculos																			
06 - 08 am	1																	1	25.00
08 - 10 am		1																1	25.00
10 - 12 am	1																	1	25.00
12 - 14 pm																		0	0.00
14 - 16 pm																		0	0.00
16 - 18 pm		1																1	25.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	
VUELTA																			
06 - 08 am																		0	0.00
08 - 10 am	1	1																2	40.00
10 - 12 am		1																1	20.00
12 - 14 pm																		0	0.00
14 - 16 pm	1	1																2	40.00
16 - 18 pm																		0	0.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	


















Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 44**  
**Volumen de tráfico – jueves**

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"																			
<u>VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO</u>																			
Tramo Uchubamba - Yamán					Ubicación Distrito de Chugay					Fecha: 12/03/18 – 18/03/18									
Codigo de estación E-1					Dia Jueves														
IDA																			
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL		
		PICK UP	lural comb		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
Diagrama de vehiculos																			
06 - 08 am	1						1											2	50.00
08 - 10 am																		0	0.00
10 - 12 am		1																1	25.00
12 - 14 pm	1																	1	25.00
14 - 16 pm																		0	0.00
16 - 18 pm																		0	0.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>100.00</b>
%	50	25	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
VUELTA																			
06 - 08 am																		0	0.00
08 - 10 am	1																	1	25.00
10 - 12 am		1																1	25.00
12 - 14 pm																		0	0.00
14 - 16 pm	1																	1	25.00
16 - 18 pm		1																1	25.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>100.00</b>
%	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	

Fuente: Elaboración propia.


















**Cuadro 45**  
**Volumen de tráfico – viernes**

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"																			
VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
Tramo Uchubamba - Yamán				Ubicación Distrito de Chugay				Fecha: 12/03/18 – 18/03/18											
Codigo de estación E-1				Día Viernes															
IDA																			
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL		
		PICK UP	lural comb		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2		3T3	
Diagrama de vehiculos																			
06 - 08 am	1																	1	14.29
08 - 10 am	1						1											2	28.57
10 - 12 am		1																1	14.29
12 - 14 pm	1																	1	14.29
14 - 16 pm	1	1																2	28.57
16 - 18 pm																		0	0.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>100.00</b>
%	57.143	28.571	0	0	0	0	14.286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
VUELTA																			
06 - 08 am																		0	0.00
08 - 10 am	1	1																2	40.00
10 - 12 am	1																	1	20.00
12 - 14 pm							1											1	20.00
14 - 16 pm	1																	1	20.00
16 - 18 pm																		0	0.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>100.00</b>
%	60	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Fuente: Elaboración propia.




















**Cuadro 46**  
**Volumen de tráfico – sábado**

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"																			
<u>VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO</u>																			
Tramo Uchubamba - Yamán					Ubicación Distrito de Chugay					Fecha: 12/03/18 – 18/03/18									
Codigo de estación E-1					Dia Sábado														
IDA																			
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL		
		PICK UP	lural com		2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
Diagrama de vehiculos																			
06 - 08 am	1																	1	25.00
08 - 10 am							1											1	25.00
10 - 12 am	1																	1	25.00
12 - 14 pm																		0	0.00
14 - 16 pm																		0	0.00
16 - 18 pm		1																1	25.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>100.00</b>
%	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	
VUELTA																			
06 - 08 am																		0	0.00
08 - 10 am	1																	1	50.00
10 - 12 am																		0	0.00
12 - 14 pm	1																	1	50.00
14 - 16 pm																		0	0.00
16 - 18 pm																		0	0.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>100.00</b>
%	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 47**  
**Volumen de tráfico – domingo**

"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"																			
<u>VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO</u>																			
Tramo Uchubamba - Yamán				Ubicación Distrito de Chugay				Fecha: 12/03/18 – 18/03/18											
Codigo de estación E-1				Dia Domingo															
IDA																			
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL		
		PICK UP	lural comb		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
Diagrama de vehiculo																			
06 - 08 am	1																	1	33.33
08 - 10 am							1											1	33.33
10 - 12 am																		0	0.00
12 - 14 pm	1																	1	33.33
14 - 16 pm																		0	0.00
16 - 18 pm																		0	0.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>100.00</b>
%	<b>66.667</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33.333</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	
VUELTA																			
06 - 08 am																		0	0.00
08 - 10 am	1																	1	33.33
10 - 12 am																		0	0.00
12 - 14 pm	1																	1	33.33
14 - 16 pm		1																1	33.33
16 - 18 pm																		0	0.00
18 - 20 pm																		0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>100.00</b>
%	<b>66.667</b>	<b>33.333</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.4.8. IMDa por estación

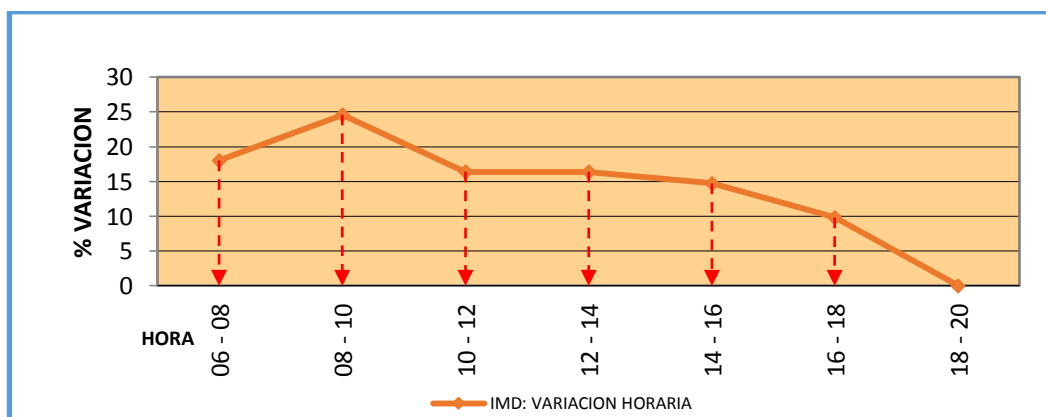
El presente proyecto solo posee un solo tramo que está comprendido entre Uchubamba hasta Yamán. Es por ello que solo se consideró una sola estación para el conteo de tráfico; en líneas generales presenta un tránsito liviano considerable frente al pesado. En el cuadro 48 se muestra el resumen del tráfico vehicular, considerándose en ambos sentidos de la carretera y los 7 días de la semana.

**Cuadro 48**  
**Resumen de volumen de tráfico**

HORA	SENTIDO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Sub Total por Sentido	AMBOS SENTIDOS
06 - 08 am	IDA	1	1	1	2	1	1	3	10	11
	VUELTA	0	0	0	0	0	1	0	1	
08 - 10 am	IDA	1	1	2	0	1	1	0	6	15
	VUELTA	1	1	2	1	2	1	1	9	
10 - 12 am	IDA	0	1	1	1	1	1	1	6	10
	VUELTA	0	0	1	1	1	0	1	4	
12 - 14 pm	IDA	1	0	1	1	0	0	1	4	10
	VUELTA	1	1	1	0	0	1	2	6	
14 - 16 pm	IDA	0	0	2	0	0	0	1	3	9
	VUELTA	1	0	1	1	2	1	0	6	
16 - 18 pm	IDA	0	1	0	0	1	1	0	3	6
	VUELTA	0	0	0	1	0	1	1	3	
18 - 20 pm	IDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	VUELTA	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	6	12	8	9	9	11	<b>61</b>	<b>61</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 17**



**IMDa – variación horaria**

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 17 se puede apreciar que el horario de mayor transitabilidad es de 8 a 10am y también considerable de entre 6 a 8am.

#### 3.4.4.9. Proyección de tráfico

Este proyecto tiene un horizonte de diseño de 10 años, los cuales se expresarán en términos de IMDa. La tasa de crecimiento vehicular que se usó, fue considerada por tipo de vehículo como se visa en el cuadro 49.

**Cuadro 49**

**Proyección del parque vehicular estimado, según la clase de vehículo 2008 - 2009**

CLASE DE VEHICULO	2008 R/	2009 *	TASA PROMEDIO ANUAL
AUTOMÓVIL	735,314	742,574	0.99
STATION WAGON	261,441	284,644	8.88
CMTA. PICK UP	187,940	187,850	-0.05
CMTA. RURAL	184,328	178,369	-3.23
CMTA. PANEL	32,498	33,259	2.34
OMNIBUS	49,882	50,028	0.29
CAMIÓN	129,295	128,623	-0.52
REMOLCADOR	24,890	23,568	-5.31
REM. Y SEMI-REMOLQUE	35,382	36,635	3.54
<b>TOTAL</b>	<b>1,640,970</b>	<b>1,665,550</b>	<b>1.50</b>

Fuente: Oficina general de planeamiento y presupuesto (GPP) – dirección de estadística

#### 3.4.4.10. Tráfico generado

Para el cálculo de tránsito futuro se utilizará la siguiente fórmula:

**Fórmula 10**

**Tráfico total**

$$T_t = T_i(1+tcv)^n$$

Dónde:

Tt : Tránsito total

Ti : Tránsito inicial

Tc : Tasa de crecimiento por tipo de vehículo (%)

n : Año proyectado

Producto de la aplicación de la fórmula anterior, se obtuvieron los siguientes resultados de crecimiento vehicular sin la ejecución del proyecto, como se aprecia en el cuadro siguiente:

**Cuadro 50**  
**Proyección de la demanda en la situación sin proyecto**

Tipo de vehículo	AÑO BASE	HORIZONTE DE EVALUACIÓN PROYECTADO									
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
automóvil	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Pick Up	3	4	4	4	5	5	5	6	7	7	8
combi rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tráfico normal</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.4.11. Tráfico total

En este proyecto los 2 primeros años se han considerado un crecimiento del 15% y a partir del tercer año un crecimiento del 20%, originado con la ejecución del proyecto. Dichos resultados se muestran a continuación:

**Cuadro 51**  
**Proyección de la demanda en la situación con proyecto**

Tipo de vehículo	HORIZONTE DE EVALUACIÓN PROYECTADO									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
automóvil	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Pick Up	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9
combi rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tráfico generado</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>

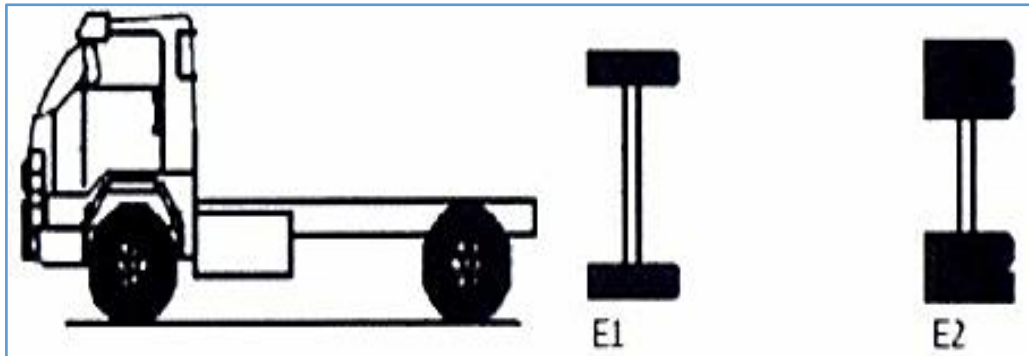
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.4.12. Cálculo de ejes equivalentes

Se tomó en cuenta las características geométricas, producto de ello se asume un vehículo de diseño que será un camión 2E (ver figura 18) de 17TN, el cual el eje de la parte delantera (E1) tendrá un peso de 7TN y el

eje posterior simple (E2) tendrá un peso de 10TN, su longitud máxima será de 12.30mts y el factor camión C2 será igual a 3.477.

**Figura 18**



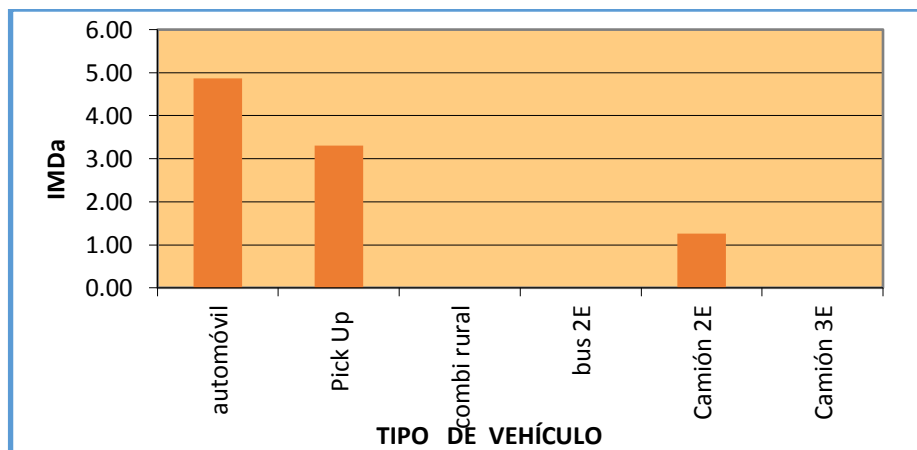
**Camión 2E**

**Fuente:** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

### 3.4.4.13. Clasificación de vehículo

Al realizarse las visitas de campo, se realizaron entrevistas a los pobladores de la zona en estudio, con lo cual se pudo conocer que gran parte del volumen de tránsito es de servicio de auto, pick up (camioneta) y camión 2E; los cuales se efectúan dentro del tramo a mejorar en ambos sentidos. En el conteo de tráfico se pudo constatar dicha información, como se puede apreciar en la siguiente figura:

**Figura 19**



**Clasificación vehicular**

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural

#### 3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDa)

El conteo de tráfico expresado en IMDa muestra que el diseño de la vía actual está diseñado bajo parámetros de bajo tránsito, por lo que no cumple con las características geométricas para una carretera de tercera clase. Motivo por el cual se asume el crecimiento del volumen de tránsito al final del periodo de diseño. El IMDa en el presente proyecto, se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 52

#### Índice medio diario anual del proyecto

Días	Total	Tipo de tráfico					
		automóvil	Pick Up	combi rural	bus 2E	Camión 2E	Camión 3E
Lunes	6	5	4	0	0	2	0
Martes	6	4	4	0	0	1	0
Miércoles	12	4	5	0	0	0	0
Jueves	8	3	3	0	0	1	0
Viernes	9	7	3	0	0	2	0
Sábado	9	4	1	0	0	1	0
Domingo	11	4	1	0	0	1	0
IMDp	9	4	3	0	0	1	0
fc	1.10	1.1	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
IMDa	10	5	3	0	0	1	0
%	100	50.82	34.43	0.00	0.00	13.11	0.00

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.5.2. Velocidad de diseño

Según el DG – 2014, del Ministerio de transportes y comunicaciones, en la pág. 100 menciona que: “La velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño”. Teniendo en cuenta lo antes mencionado, también se considerarán factores para determinar la velocidad directriz de la vía, las cuales son las siguientes:

- ✓ El volumen de tránsito que soportará
- ✓ El nivel de importancia que tendrá la vía
- ✓ La topografía del terreno

✓ Aspectos ambientales

Del cuadro 53, se determinó que la carretera se asumirá de tercera clase con tipo de orografía accidentado, por tanto, se toma aplicará una velocidad de diseño 30Km/h, pues la vía a proyectar no cuenta con la capacidad adecuada para trabajar con velocidades altas.

**Cuadro 53**

**Velocidad de diseño en función de la clasificación de la carretera**

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO VTR (Km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	<b>Accidentado</b>	<b>X</b>										
	Escarpado											

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

### 3.4.5.3. Radios mínimos

Serán los mínimos que se puedan colocar para recorrer una vía según la velocidad de diseño y el peralte máximo, con la finalidad de proporcionar un tránsito seguro y eficiente. Para calcular estos radios se utilizará la siguiente fórmula:

**Fórmula 11**

**Radio mínimo**

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

Dónde:

Rm : Radio mínimo

V : Velocidad de diseño

Pmáx : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)



$f_{\text{máx}}$  : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.  
 Los resultados de dicha fórmula se aprecian el cuadro 54 para un área rural con orografía accidentada:

**Cuadro 54**  
**Radios mínimos y peraltes máximos para el diseño de carreteras**

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	$\rho$ máx (%)	f máx	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

#### 3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente

En este proyecto se determina el ancho mínimo de la calzada tomándose en consideración la clasificación de la carretera con los parámetros de velocidad de diseño y tipo de orografía. En el siguiente cuadro se muestran los anchos mínimos posibles, según la clase de la carretera.

**Cuadro 55**  
**Ancho mínimo de calzada en tangente**

DEMANDA		CARRETERA			
VEHÍCULO/DÍA		<400			
CARACTERÍSTICA		Tercera Clase			
TIPO DE OROGRAFIA		1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO	30 Km/h		6.00	6.00	6.00
	40 Km/h	6.00	6.00	6.00	6.00
	50 Km/h	6.00	6.00		
	60 Km/h	6.00	6.00		
	70 Km/h	6.00			
	80 Km/h				
	90 Km/h				
	100 Km/h				

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

### 3.4.5.5. Distancia de visibilidad

Es aquella longitud hacia delante que es visible para el conductor, lo que le permite a éste realizar maniobras al manejar su vehículo con completa seguridad y tomar acciones adecuadas en condiciones de emergencia. Esta distancia se divide en dos, las cuales son:

➤ **Distancia de visibilidad de parada**

Según la normatividad en DG – 2014 menciona que es aquella distancia que requiere un vehículo en movimiento para que este pueda detenerse, antes de toparse con el primer objetivo inmóvil dentro de su trayectoria o al ocurrir un movimiento inesperado pueda maniobrar de manera segura. La distancia de visibilidad de parada se calculará con la siguiente fórmula:

**Fórmula 12**

**Distancia de parada**

$$Dp = \frac{V tp}{3,6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

Donde:

Dp : Distancia de parada

V : Velocidad de diseño

Tp : Tiempo de percepción + reacción (s)

f : Coeficiente de fricción, pavimento húmedo

i : Pendiente longitudinal (tanto por uno)

+i : Subidas respecto al sentido de circulación

-i : Bajadas respecto al sentido de circulación

Con la fórmula anterior y usando el cuadro 56, se ha determinado las distancias de visibilidad de parada correspondiente para cada velocidad de diseño y pendientes.

**Cuadro 56**

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

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

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

➤ Distancia de visibilidad de adelantamiento

El DG – 2014 en su normatividad establece que esta una distancia mínima que debe tener el conductor para adelantar a otro vehículo que viaja a una velocidad menor. En el cuadro siguiente se visualiza la distancia asumida con respecto a la velocidad de diseño.

**Cuadro 57**

**Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos**

Velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (Km/h)	Velocidad de vehículo adelantado (Km/h)	Velocidad de vehículo que adelanta, V (Km/h)	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento	
			Calculada	Redondeada
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	241	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

Del cuadro anterior se visa que mediante la velocidad de diseño 30 Km/h establecida en este proyecto, la velocidad de vehículo adelantado será de 29 Km/h, así mismo se establece que la velocidad de vehículo que adelanta será de 44 Km/h, y que la distancia redondeada mínima de visibilidad de adelantamiento será de 200 metros.

### 3.4.6. Diseño geométrico en planta

#### 3.4.6.1. Generalidades

Estará en función principalmente del relieve del terreno, se evitará el uso de radios mínimos, así mismos alineamientos rectos con demasiada prolongación. Por el motivo que son monótonos en el día y en la noche aumenta el peligro debido al deslumbramiento provocado por el vehículo que avanza en sentido opuesto. En este proyecto se reemplazarán por curvas de grandes radios.

Con respecto a los ángulos de deflexión  $\Delta$  iguales, pequeños o inferiores a  $5^\circ$ , se considerarán radios grandes para proporcionar longitud de curva mínima L que se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

#### Fórmula 13

Longitud de curva mínima

$$L > 30(10 - \Delta), \Delta < 5^\circ$$

Donde:

L: longitud de curva mínima (metros)

$\Delta$ : ángulos de deflexión (grados)

No se usarán ángulos de deflexión menores de 59' (minutos)

#### Cuadro 58

Longitud mínima de curva

Carretera de red nacional	L(m)
Autopista de primer y segunda clase	6V
Primera, segunda y tercera clase	3V

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico

(DG), 2014, p. 135.

Se podrá considerar en carreteras de tercera clase, no disponer de curvas horizontales; siempre que la deflexión máxima no supere los valores de cuadro siguiente:

**Cuadro 59**

**Deflexión aceptable en curva**

Velocidad de diseño km/h	Deflexión máxima aceptable in curva circular
30	2°30'
40	2°15'
50	1°30'
60	1°20'

**Fuente:** Manual de carreteras: diseño geométrico (DG), 2014, p. 135.

**3.4.6.2. Tramos en tangente**

En la normatividad del DG -2014 se establece que las longitudes mínimas y máximas admisibles para tramos en tangente según su velocidad de diseño, serán las mostradas en el cuadro siguiente:

**Cuadro 60**

**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 carreteras – diseño geométrico, 2014.

Dónde:

L min.: 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 max : Longitud máxima deseable (m)

V : Velocidad de diseño (Km/h)

### 3.4.6.3. Curvas circulares

Según lo establecido en la DG – 2014 del Ministerio de transportes y comunicaciones en la p. 137, las define como: “Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales”.

#### ➤ Elementos de curva circular

Son las que se aprecian en el cuadro y figura siguiente:

**Cuadro 61**  
**Longitudes de tramos en tangente**

Nomenclatura	Descripción
<b>P.C.</b>	Punto de inicio de la curva
<b>P.I.</b>	Punto de intersección de 2 alineaciones consecutivas
<b>P.T.</b>	Punto de tangencia
<b>E</b>	Distancia externa (m)
<b>M</b>	Distancia de la ordenada media (m)
<b>R</b>	Longitud de radio de la curva (m)
<b>T</b>	Longitud de la subtangente (P.C. a P.I. y P.I. a P.T.) (m)
<b>L</b>	Longitud de curva (m)
<b>L.C.</b>	Longitud de la cuerda (m)
$\Delta$	Angulo de deflexión (°)
$\rho$	Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada (%)
<b>Sa</b>	Sobreechancho (m)

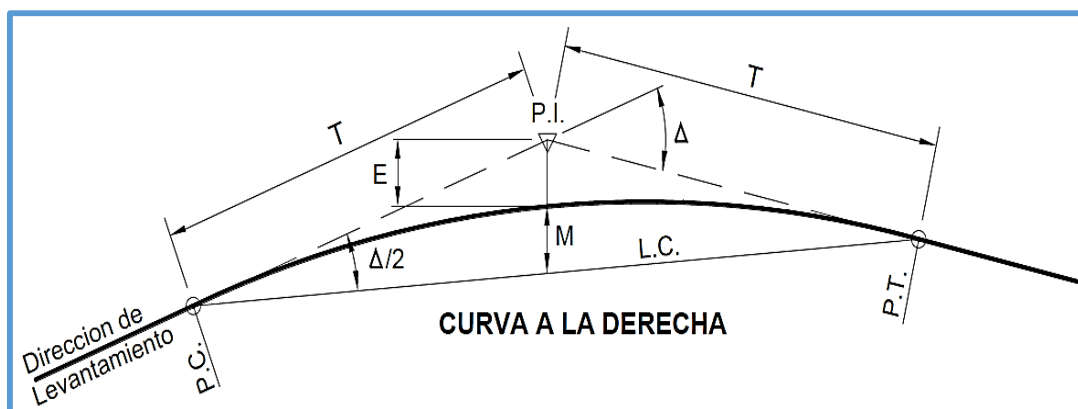
Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

#### Fórmula 14

##### Elementos de curva

$$Dp = \frac{V tp}{3,6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

**Figura 20**



**Elementos de curva**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.6.4. Curvas de transición

Según la normatividad del DG – 2014 del Ministerio de transportes y comunicaciones en la p. 166 menciona que: “La traza del borde de calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva”. En el cuadro 62 se muestran las longitudes de transición del peralte para una velocidad de diseño de 30 km/h.

**Cuadro 62**

**Longitudes de transición del peralte según la velocidad (30 km/h)**

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

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

### 3.4.6.5. Curvas de vuelta

Según la normatividad del DG-2014 establece que las curvas de vuelta son: “Aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazados alternativos”.

En este proyecto ha sido necesario el empleo de estas curvas, debido a lo accidentado de la topografía de la zona en estudio. El diseño de estas curvas se realizará tomando en consideración el vehículo de diseño y la maniobra de cruce de curva. Las curvas de vuelta proyectadas se realizarán siguiendo el mismo camino establecido por la trocha existente, de esta manera solo se ampliarán los radios y las longitudes de curva.

➤ Maniobra empleada en una curva de vuelta

El camión de 2E (vehículo de diseño) puede describir una curva simultánea al encontrarse con un vehículo ligero, para ello en el siguiente cuadro se muestran los radios exteriores mínimos según maniobras previstas correlativo con radios interiores.

**Cuadro 63**

**Relación de radios interiores y exteriores en función del tipo de vehículo de diseño**

Radio interior Ri (m)	Radio exterior mínimo Re (m), según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6	14	15.75	17.50
7	14.5	16.5	18.25
8	15.25	17.25	19
10	16.75*	18.75	20.50
12	18.25*	20.50	22.25
15	21*	23.25	24.75
20	26*	28	29.25

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

### 3.4.7. Diseño geométrico en perfil

Según lo establecido en el DG – 2014, del Ministerio de transportes y comunicaciones, en la p. 188 menciona que: “Está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son



tangentes; 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”.

### 3.4.7.1. Generalidades

Se definirán el sentido de las pendientes en función del sentido del alineamiento, siendo positivas las que incrementen la altura y negativas las que disminuyan la altura. Se consideró que la rasante se adapte al terreno y en contrapendiente, evitándose alargamientos del tramo.

### 3.4.7.2. Pendiente

#### ➤ Pendiente mínima

En este proyecto será de 0.5%, con la cual se asegurará un drenaje óptimo de las superficiales que discurren por la calzada. A continuación, se muestran casos particulares en las que se presentan las pendientes mínimas.

**Cuadro 64**

**Casos particulares de pendiente mínima**

<b>Casos particulares</b>			
<b>Calzada con 2% de bombeo</b>	<b>Calzada con 2.5% de bombeo</b>	<b>Si existen bermas</b>	<b>En zona de transición de peraltes</b>
- No existen bermas y/o cunetas. - Adoptar en sectores pendientes 2%.	- Adoptar en sectores pendientes iguales a cero.	-Pendiente mínima deseable 0.5%. -Pendiente mínima excepcional 0.35%.	-Pendiente transversal nula. -Pendiente mínima 0.5%.

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

#### ➤ Pendiente máxima

Se consideró lo mostrado en el cuadro siguiente:

**Cuadro 65**  
**Pendiente máxima**

Demanda		Carretera			
Vehículos/día		< 400			
Características		Tercera Clase			
Tipo de orografía		1	2	3	4
Velocidad de diseño	30 Km/h			10.00	10.00
	40 Km/h	8.00	9.00	10.00	
	50 Km/h	8.00	8.00	8.00	
	60 Km/h	8.00	8.00		
	70 Km/h	7.00	7.00		
	80 Km/h	7.00	7.00		
	90 Km/h	6.00	6.00		
	100 Km/h				
	110 Km/h				
	120 Km/h				
	130 Km/h				

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

Las pendientes que se tienen en este proyecto, no superan el 10%.

### 3.4.7.3. Curvas verticales

Según la normatividad en el DG – 2014, se colocarán curvas verticales parabólicas donde exista una diferencia algebraica de pendientes mayor a 1% en carreteras que son pavimentadas.

➤ Tipos de curvas verticales

Existen las mencionadas en el cuadro siguiente:

**Cuadro 66**

**Tipo de curvas verticales**

Tipos de curvas verticales	
Por su forma	Proporción entre sus ramas que la forman
Convexas	Simétricas
Cóncavas	Asimétricas

Fuente: Elaboración propia.

✓ Curvas verticales convexas

Los valores de índice K que se indican para este tipo de curvas en carreteras de tercera clase se establecen en el siguiente cuadro:

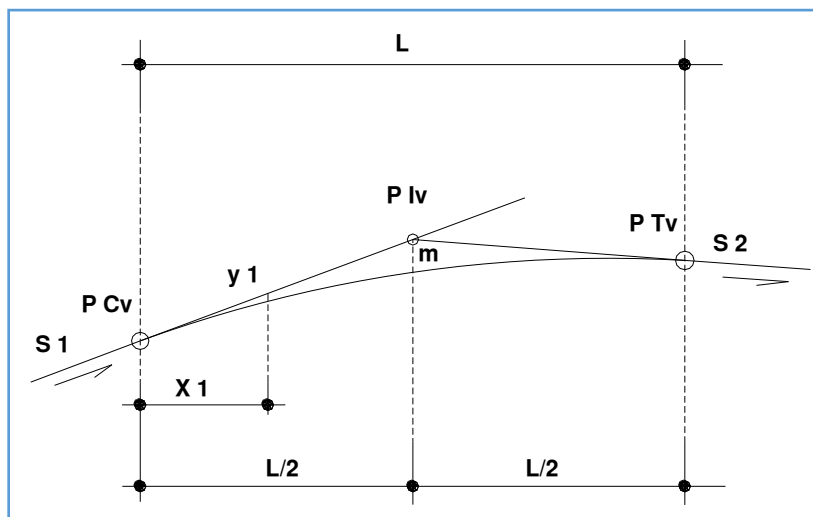
**Cuadro 67**

Valores del índice k para el cálculo de la curva vertical convexa en carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada posibilidad de parada			Longitud controlada por visibilidad de paso
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura k	Distancia de visibilidad de paso	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

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

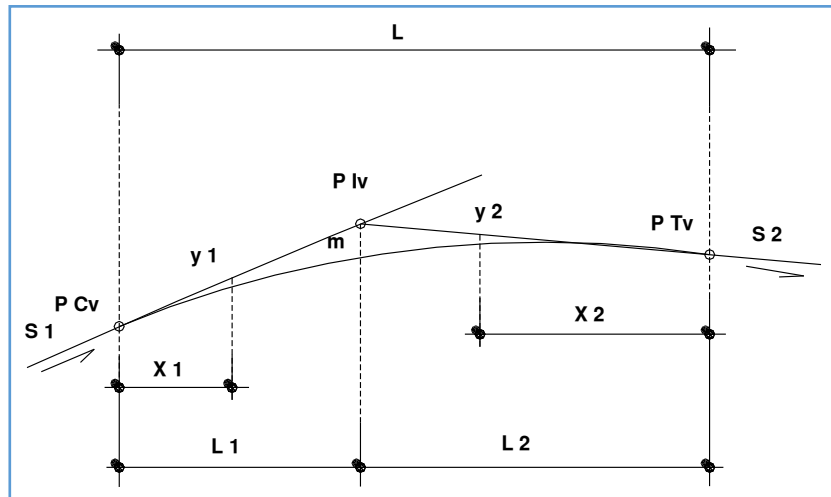
**Figura 21**



**Curva vertical convexa simétrica**

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

**Figura 22**



**Curva vertical convexa asimétrica**

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

✓ **Curvas verticales cóncavas**

Los valores de índice K que se indican para este tipo de curvas en carreteras de tercera clase se establecen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 68**

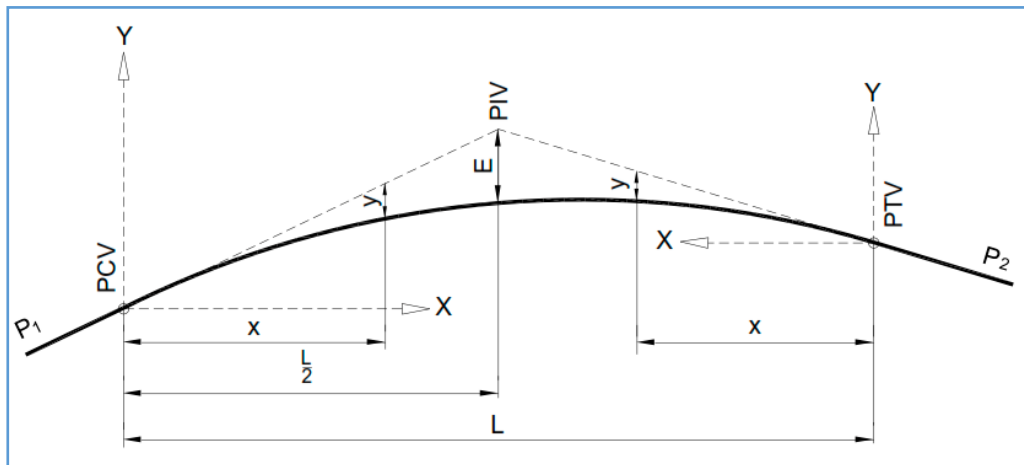
**Valores del índice k para el cálculo de la curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase**

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura k
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.



**Figura 25**



**Elementos de la curva vertical simétrica**

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

Donde:

PCV: Principio de la curva vertical

PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales

PTV: Término de la curva vertical

L : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

Para hallar la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje se utilizará la siguiente fórmula:

**Fórmula 15**

**Diferencia algebraica de pendientes (%)**

$$A = |S_1 - S_2|$$

Donde:

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

Para hallar la externa, se utilizó la siguiente fórmula:

**Fórmula 16**

**Externa**

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

Donde:

E: Externa - ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m),

Para hallar la ordenada horizontal o vertical, se utilizó la siguiente fórmula:

**Fórmula 17**

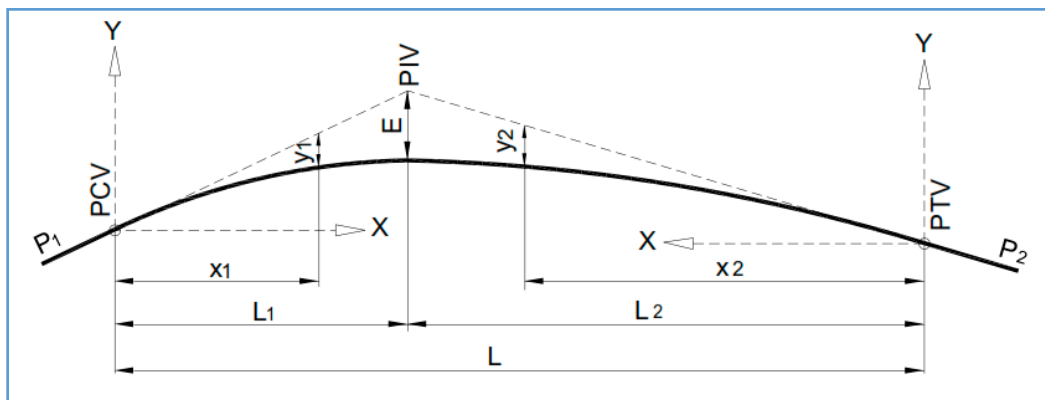
**Distancia horizontal o vertical**

$$Y = X^2 \left( \frac{A}{200L} \right)$$

- ✓ Curvas verticales asimétricas

Se componen por la unión de 2 parábolas de longitudes distintas ( $L_1$ ,  $L_2$ ), las cuales se unen en la proyección vertical del PIV.

**Figura 26**



**Elementos de la curva vertical asimétrica**

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

Donde:

PCV: Principio de la curva vertical

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales

PTV: Término de la curva vertical

$L$  : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m), se cumple:  $L = L_1 + L_2$  y  $L_1 \neq L_2$ .

S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

Se utilizó la misma fórmula 14 para hallar la diferencia algebraica de pendientes, posteriormente se calculó la externa; cuya fórmula se muestra a continuación:

**Fórmula 18**

**Externa**

$$E = \frac{A L_1 L_2}{200(L_1 + L_2)}$$

Donde:

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

L1: Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal en metros (m).

L2: Longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

Para hallar la ordenada tanto horizontal como vertical, se utilizó la siguiente fórmula:

**Fórmula 19**

**Ordenada horizontal o vertical**

$$Y = X^2 \left( \frac{A}{200L} \right)$$

$$Y_1 = E \left( \frac{X_1}{L_1} \right)^2$$

$$Y_2 = E \left( \frac{X_2}{L_2} \right)^2$$



Donde:

X1: Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV

X2: Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.

Y1: Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el

### 3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal

#### 3.4.8.1. Generalidades

Según la normatividad en el DG – 2014, del Ministerio de transportes y comunicaciones, en la p. 204 menciona que: “Consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.”

#### 3.4.8.2. Calzada

Será determinada considerándose el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio. En el cuadro siguiente se visa el ancho de la calzada asumida para el presente proyecto.

**Cuadro 69**

**Ancho mínimo de la calzada**

<b>Demanda</b>	<b>Carretera</b>			
<b>Vehículo/día</b>	<b>&lt;400</b>			
<b>Características</b>	<b>Tercera clase</b>			
<b>Tipo de orografía</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Velocidad de diseño: 30 km/h</b>			<b>6</b>	<b>6</b>
<b>40 km/h</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
<b>50 km/h</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
<b>60 km/h</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014, p. 208.

### 3.4.8.3. Bermas

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2014), el ancho de bermas será 0.50 mts a cada lado de la calzada, como se aprecia en el siguiente cuadro:

**Cuadro 70**  
**Anchos de bermas**

<b>Demanda</b>	<b>Carretera</b>			
<b>Vehículo/día</b>	<b>&lt;400</b>			
<b>Características</b>	<b>Tercera clase</b>			
<b>Tipo de orografía</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Velocidad de diseño: 30 km/h</b>		<b>0.90</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>
<b>40 km/h</b>	<b>1.20</b>	<b>0.90</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>
<b>50 km/h</b>	<b>1.20</b>	<b>0.90</b>	<b>0.90</b>	
<b>60 km/h</b>	<b>1.20</b>	<b>1.20</b>		

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014, p. 209.

Al ser el diseño de la carretera a nivel de pavimentado, se considerará agregar una banda de mínimo de 0.50m de ancho sin pavimentar. A continuación, se muestran los rangos a considerarse para la inclinación de bermas:

**Cuadro 71**  
**Inclinación de las bermas**

<b>Inclinación de las bermas</b>		
<b>superficie de la berma</b>	<b>inclinaciones transversales mínimas de la berma</b>	
	<b>Inclinación normal (in)</b>	<b>Inclinación especial</b>
<b>Pav. O Tratamiento</b>	<b>4%</b>	0%
Grava y Afirmado	4% - 6%	
Césped	8%	

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

### 3.4.8.4. Bombeo

El DG – 2014, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p. 214 establece que: “En tramos en tangente o en curvas e contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo.”.

Para el diseño de esta carretera se debe considerar dos datos importantes para establecer el bombeo adecuado, los cuales son: el tipo de superficie de rodadura (es cual será un pavimento

flexible con un tratamiento superficial) y la precipitación pluvial anual (la cual no supera en este caso los 500 mm/año). En el cuadro siguiente se aprecia el valor asumido:

**Cuadro 72**  
**Valores de bombeo de la calzada**

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
<b>Tratamiento Superficial</b>	<b>2.5</b>	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5	3.0 – 4.0

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

### 3.4.8.5. Peralte

Según la normatividad del DG – 2014, presentan una inclinación transversal a la carretera en tramos de curva, el fin de esto es contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. Para el diseño de esta vía el peralte absoluto será 12.00%, y el normal será de 8.00%, esto está determinado según el cuadro siguiente:

**Cuadro 73**  
**Valores de peralte máximo**

Pueblo o ciudad	Peralte máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.00%	4.00%
Zona rural (t. plano, ondulado o accidentado)	8.00%	6.00%
<b>Zona rural (t. accidentado o escarpado)</b>	<b>12.00%</b>	<b>8.00%</b>
Zona rural con peligro de hielo	8.00%	6.00%

**Fuente:** Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

### 3.4.8.6. Taludes

El DG – 2014, en la p. 221 define los taludes como: “La inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de cortes como en terraplenes”.

Las dimensiones de los taludes varían según las condiciones geomecánicas del terreno, por lo que no será igual en zonas de corte que en relleno.

**Cuadro 74**

Valores referenciales para taludes en corte

CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DE CORTE		ROCA FIJA	ROCA SUELTA	MATERIAL		
				GRAVA	LIMO ARCILLOSO ARCILLA	ARENAS
Altura de Corte	< 5 m	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5 – 10 m	1:11	1:4 -1:2	1:1	1:1	*
	> 10 m	1:8	1:2	*	*	*
<b>(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.</b>						

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

Para las zonas con relleno, se tomarán en consideración los siguientes datos en el cuadro 75.

**Cuadro 75**

Valores para taludes en zonas de relleno (relación v: h)

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

Fuente: Manual de carreteras – diseño geométrico, 2014.

### 3.4.8.7. Cunetas

Según lo establecido DG-2014, menciona que: “Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger del pavimento”.

### 3.4.9. Cuadro resumen del diseño geométrico de la carretera

A continuación, se muestra en el cuadro 76 el resumen de los parámetros y diseño geométrico en este proyecto:

Cuadro 76

## Cuadro resumen del diseño geométrico de la carretera

PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO				
Clasificación por demanda		Carretera de tercera clase		
Clasificación por orografía		Terreno accidentado (tipo 3)		
Índice Medio Diario Anual		<400 veh/día		
DISEÑO GEOMÉTRICO				
Velocidad de diseño		30 km/h		
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA:				
Visibilidad de parada		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendiente en bajada: De 0% a 9% = 35 mts</li> <li>- Pendiente en subida: 3% = 31 mts 6% = 30 mts 9% = 29 mts</li> </ul>		
Visibilidad de paso o adelantamiento		200 mts (Redondeada)		
Tramos en tangente		L min s = 42 m		
		Lmin o = 84m		
		Lmáx = 500m		
EN PLANTA:				
Deflexión máxima aceptable sin curva circular		2° 30'		
RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS				
Velocidad (km/h)	Pmáx. (%)	Fmáx.	Radio Calculado	Radio Redondeado
30	12	0.17	24.4 mts	25.0 mts
EN PERFIL:				
CURVA VERTICALES				
VALORES DEL ÍNDICE "K" PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CÓNVEXA				
Velocidad de diseño (km/h)	Índice de curvatura (k)	Longitud controlada por visibilidad de paso (k)		
30	1.9	46		
VALORES DEL ÍNDICE "K" PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CÓNCAVA				
Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura (k)		
30	35	6		
Pendiente Máxima		10 %		
EN SECCIÓN TRANSVERSAL:				
Ancho mínimo de la calzada		6 mts		
Bombeo		2.5 %		
Bermas		0.5 mts		
Cuneta		0.40 m x 0.76m		
Talud de corte		V:H = 1:1.3		
Talud de relleno		V:H = 1:1.5		

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4.10. Diseño de pavimento**

#### **3.4.10.1. Generalidades**

En este proyecto se considerará criterios apropiados para el diseño de las capas superiores y la superficie de rodadura, a las cuales se dotarán de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño eficiente y económico en servicio de la población beneficiaria. Se realizará el dimensionamiento de las secciones del pavimento con normatividad vigente y generalizada, los parámetros a seguir serán los siguientes:

- ✓ Método AASHTO Guide For Design Of Pavement Structures 1993.
- ✓ Análisis de la Performance o comportamiento del pavimento durante el periodo de diseño.

Así mismo de manera típica diseño de los pavimentos será influenciado por dos parámetros básicos:

- Cargas del tráfico vehicular
- Características de la subrasante sobre la que se asentará el pavimento.

#### **3.4.10.2. Datos del CBR mediante el estudio de suelos**

Según lo establecido en la sección de suelos y pavimentos del manual de carreteras, se podrán obtener superficies de rodaduras no pavimentadas y otras de rodadura pavimentada; dependiendo del tráfico de diseño encontrado. En este presente proyecto se considerará diseñar una superficie de rodadura no pavimentada, específicamente un afirmado, que básicamente estará constituido por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación adecuada de tres tamaños o tipo de material: piedra, arena y finos arcilla, siendo el tamaño máximo de 25 mm.

El Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 40 establece que: “Para la obtención del CBR de diseño de la subrasante, se debe considerar que, si sus valores son parecidos o similares, se debe tomar el valor promedio”. En este proyecto se tomó el promedio de los valores de CBR al 95% (ver cuadro 77) que comprenden el Km 0+000 y el Km 04+000, siendo este promedio de 34.035%.

**Cuadro 77**

**Resultados de CBR al 95% obtenidos en el EMS**

Calicata	Progresiva	CBR (%)
C - 01	01+000	34.14
C - 04	04+000	33.93
Cantera	02+330	50.86

**Fuente:** Elaboración propia.

Este promedio de CBR de 34.035%, que viene a ser el CBR de diseño; se clasifica de acuerdo al cuadro 78 como S5: Subrasante excelente.

**Cuadro 78**

**Categoría de subrasante**

Categorías de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante pobre	De CBR $\geq$ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR $\geq$ 6% A CBR <10%
S3: Subrasante buena	De CBR $\geq$ 10% A CBR <20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR $\geq$ 20% A CBR <30%
<b>S5: Subrasante excelente</b>	<b>CBR <math>\geq</math> 30%</b>

**Fuente:** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, p. 35.

Dicho cuadro establece que el presente proyecto, no requiere alguna técnica de mejoramiento de suelo de la subrasante, ya sea por sustitución o por adición seguido por un adecuado proceso de compactación. Ya que la subrasante actual es excelente.

### 3.4.10.3. Datos del estudio de tráfico

En la composición estructural de la infraestructura vial, el tipo de suelo de la sub rasante influye en el diseño estructural de las capas en el afirmado; así mismo influye el número total de ejes pesados por día o durante el periodo diseño y la presión de los neumáticos. El IMDa deberá ser expresado en términos equivalentes acumulados para el periodo de diseño, como se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro 79**

**Tránsito de vehículos en función de IMDa**

Tipo de vehículo	Veh/año	%
Automóvil	5	50.82
Pick up	3	34.43
Camión 2E	1	13.11
$\Sigma$	<b>10</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

➤ Factor direccional y factor carril

Se tomará el valor en función del número de carriles como se muestra en el siguiente cuadro

**Cuadro 80**

**Factores de distribución direccional (Fd) y carril (Fc) para determinar el tránsito en el carril de diseño**

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por Sentidos	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)	Factor ponderado Fd X Fc Para carril de diseño
1 Calzada ( Para IMDa total de la calzada )	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	<b>2 sentidos</b>	<b>1</b>	<b>0.50</b>	<b>1.00</b>	<b>0.50</b>
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40

**Fuente:** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, p. 64.



➤ Tasa de crecimiento

Se aplicará la fórmula siguiente:

**Fórmula 20**

**Factores de crecimiento acumulado (Fca)**

$$F_c = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento (3%)

n = Periodo de diseño (10 años)

Con los valores de tasa de crecimiento de 3% y el periodo de diseño de 10 años, de acuerdo al cuadro siguiente la tasa de crecimiento será de 11.46, así mismo se tomará un factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp) (ver cuadro 82).

**Cuadro 81**

**Tasa anual de crecimiento**

Período de análisis (años)	Factor de crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	3.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
<b>10</b>	10.00	10.95	<b>11.46</b>	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

**Fuente:** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, p. 65.

**Cuadro 82**

**Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp)**

ESPESOR DE CAPA DE RODARURA (mm)	PRESIÓN DE CONTACTO DEL NEUMÁTICO (PCN) EN PSC						
	PCN = 0.90 x (Presión de inflado del neumático) pai						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20

**Fuente:** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, p. 73.

➤ Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes

Se calculará el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2TN, se usará la siguiente fórmula que está en función del tipo de vehículo pesado considerado:

**Fórmula 21**

**Ejes equivalentes en función del tipo de vehículo**

$$N_{rep. de EE 8.2 TN} = \sum [EE_{día-carril} \times Fca \times 365]$$

Dicha fórmula se describe en el siguiente cuadro:

**Cuadro 83**

**Parámetros para el cálculo de ejes equivalentes**

Parámetros	Descripción
<b>Nrep de EE 8.2 TN</b>	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 TN
<b>EE día-carril</b>	Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional. Por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación: $EE_{día-carril} = IMD_p \times Fd \times Fc \times Fvp \times Fp$ Donde: ✓ IMDp: Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado ✓ Fd: Factor direccional.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fc: Factor carril de diseño.</li> <li>✓ Fvp: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o cardón), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</li> <li>✓ Fp: Factor de presión de neumáticos.</li> </ul>
<b>Fea</b>	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado
<b>365</b>	Número de días del año
$\Sigma$	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

**Fuente:** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, p. 74.

Aplicando la fórmula anterior, se pudo obtener el siguiente resultado:

**Cuadro 84**  
**Cálculo del tráfico de diseño**

TIPO DE VEHÍCULO	Tráfico actual	Factor de crecimiento	Tráfico de diseño	F. ESAL	EE	Fd	Fc	Nrep de EE 8.2 TN
Automóvil	5	11.46	46,453.00	0.0001	4.65	0.5	1	2.32
Pick Up	3	10.61	46,453.00	0.0020	92.91	0.5	1	46.45
Camión 2E	1	10.61	16,133.00	4.5000	72,598.50	0.5	1	36,299.25

**Fuente:** Elaboración propia.

Del cuadro anterior, obtenemos el acumulado de la sumatoria de número de repeticiones de EE 8.2 TN, lo que resulta 36348.02.

➤ Clasificación de número de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño

Del resultado acumulado anterior, lo clasificamos en el cuadro siguiente para determinar el rango de tráfico pesado.

**Cuadro 85**

**Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 TN, en el carril de diseño para pavimentos flexibles.**

<b>Tipos Tráfico Pesado expresado en EE</b>	<b>Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE</b>
TNP1	$\leq 25,000$ EE
<b>TNP2</b>	<b><math>&gt; 25,000</math> EE <math>\leq 75,000</math> EE</b>
TNP3	$> 75,000$ EE $\leq 150,000$ EE
TNP4	$> 150,000$ EE $\leq 300,000$ EE

**Fuente:** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, pág. 75

Del cuadro anterior nos arroja que tenemos una carretera proyectada que se encuentra dentro del tipo TNP2.

#### **3.4.10.4. Espesor de pavimento, base y sub base granular**

Por razones de complejidad, se realizará un tratamiento superficial bicapa.

##### ➤ **Espesor de afirmado**

Según la normatividad del Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Ministerio de transporte y comunicaciones. Lima 2014. Pág. 138 establece que:

“Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE”. Por lo tanto, para la estimación del espesor del afirmado se usará la siguiente fórmula:

##### **Fórmula 22**

**Espesor de la capa de afirmado en mm.**

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10}(Nrep/120)$$

Dónde:

$E$  =espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR=valores del CBR de la subrasante.

$N_{rep}$ =número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Del cuadro siguiente se logró determinar mediante interpolación, que el espesor del afirmado en mm será de 15.

**Cuadro 86**  
**Espesores de afirmado en mm para valores de CBR de diseño y**  
**ejes equivalentes**

CBR % Diseño	EJES EQUIVALENTES																		
	10,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	75,000	80,000	90,000	100,000	110,000	120,000	130,000	140,000	150,000	200,000	300,000
	ESPESOR DE MATERIAL DE AFIRMADO (mm)																		
6	200	200	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	350
7	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300
8	150	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300
9	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250
10	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250
11	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250
12	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
13	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
14	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200
16	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200
17	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200
18	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200
19	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
20	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
21	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
22	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
23	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
24	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
25	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
26	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
27	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
28	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
29	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
30	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
> 30 *	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014.

➤ Tipo de afirmado

En la figura siguiente se determinará el tipo de afirmado para la carretera en función del CBR de diseño y el número de ejes equivalentes para este caso:

**Figura 27**

**Catálogo de capas de afirmado (revestimiento granular)  
periodo de diseño 10 años**

CBR %	EE	Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4
		< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000
CBR < 6%					
	6%				
	8%				
6% < CBR < 10%					
10% < CBR < 20%					
20% < CBR < 30%					
CBR ≥ 30%					

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

De la figura 27 se pudo determinar que el tipo de afirmado que se usará para esta carretera será un Tnp 2, y según el Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, del Ministerio de transportes y comunicaciones, p. 147, el material de afirmado deberá tener las siguientes características:

- ✓ Será un afirmado cuyo material es granular natural o de grava seleccionada por zarandeo.
- ✓ Su índice será de plasticidad hasta 9; y se puede incrementar hasta 12, con justificación técnica previa.
- ✓ Solo es utilizable en caminos de bajo volumen de tránsito.

➤ Características del afirmado

El afirmado en este proyecto, tendrán las siguientes características:

- ✓ Mezcla tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla.
- ✓ Será utilizado como capa inferior granular para este caso.
- ✓ Posee baja permeabilidad.
- ✓ Posee propiedades cohesivas.
- ✓ Tiene buena capacidad para distribuir los esfuerzos.
- ✓ Superficie lisa de baja rugosidad.
- ✓ Resistencia al deslizamiento.
- ✓ Buena estabilidad en condiciones secas y húmedas.

➤ Tratamiento superficial bicapa

En lo especificado en el Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 149 menciona que: “Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos”:

- Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento.
- Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento.

En este proyecto se determinará el diseño del pavimento con un tratamiento superficial bicapa tomándose en consideración el CBR de diseño del afirmado y aunque se tomó el estudio de tráfico, se tomará en cuenta el EE



ya que el estudio de tráfico es mínimo por debajo de los parámetros de consideración para una carretera pavimentada.

➤ Tipo de tráfico vehicular

De acuerdo al resultado obtenido del cuadro 84, se obtuvo que el acumulado de la sumatoria de número de repeticiones de EE 8.2 TN, lo que resulta 36348.02. En el cuadro siguiente se clasificó para determinar el rango de tráfico pesado en EE:

**Cuadro 87**

**Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 TN, en el carril de diseño para pavimentos flexibles.**

<b>Tipos Tráfico Pesado expresado en EE</b>	<b>Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE</b>
<b>Tp0</b>	$> 75,000 \text{ EE} \leq 150,000 \text{ EE}$
<b>Tp1</b>	$>150,000 \text{ EE} \leq 300,000 \text{ EE}$
<b>Tp2</b>	$>300,000 \text{ EE} \leq 500,000 \text{ EE}$
<b>Tp3</b>	$> 500,000 \text{ EE} \leq 750,000 \text{ EE}$

**Fuente:** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, pág. 75

De acuerdo al cuadro anterior el EE estará dentro del rango de  $> 75,000 \text{ EE} \leq 150,000 \text{ EE}$ , lo que corresponde a un Tipo Tp0.

➤ Características de la subrasante

Según el cuadro 78, se determinó que se encuentra en la categoría S5: Subrasante excelente -  $\text{CBR} \geq 30\%$ .


➤ Número estructural (SN)

La figura siguiente proporcionará el espesor de la Sub Base Granular, la Base Granular y el T.S.B. para el diseño del pavimento flexible con una superficie de rodadura a la que se le da un tratamiento superficial bicapa:

**Figura 28**

**Catálogo 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%	$M_r = 2555 \times CBR^{0.64}$	T.S.B.	T.S.B.	T.S.B.
< 6%	< 8,040psi (55.4MPa)	25cm 18cm 27cm	30cm 20cm 27cm	30cm 25cm 27cm
> 6% CBR < 10%	> 8,040psi (55.4MPa) < 11,150psi (76.9MPa)	25cm 18cm	30cm 20cm	30cm 25cm
> 10% CBR < 20%	> 11,150psi (76.9MPa) < 17,380psi (119.8MPa)	25cm 15cm	25cm 20cm	25cm 20cm
> 20% CBR < 30%	> 17,380psi (119.8MPa) < 22,530psi (155.3MPa)	18cm 15cm	20cm 17cm	25cm 15cm
CBR > 30%	> 22,530psi (155.3MPa)	27cm	30cm	30cm



T.S.B.

Base Granular

Sub-base Granular

**Fuente:** Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

La figura anterior determinó el espesor de cada una de las siguientes capas:

- La base granular será de espesor de 27 cm
- Se determinó un espesor de tratamiento superficial bicapa de 2.50 cm.

Para el tratamiento superficial bicapa, se recomienda lo siguiente:

El Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 180 establece las siguientes recomendaciones:

- “Realizar evaluaciones superficiales del pavimento como: Inventario de Condición (al menos una vez al año) y Medición de Rugosidad (al menos una vez cada 2 años).
- Realizar evaluaciones estructurales del pavimento como Deflexiones la cual se efectúa cada 4 años
- Se debe efectuar renovación superficial periódicamente mediante sellos asfálticos (cada 3 o 4 años).”

Así mismo se establecen limitaciones, que se nombran a continuación: El Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 180 establece las siguientes limitaciones:

- “Acepta un tráfico máximo en el carril de diseño de hasta 500,000 EE.
- No es aplicable en tramos largos de pendientes pronunciadas mayores a 8%.
- No es aplicable en tramos con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas y en tramos que obliguen el frenado de vehículos.”

### **3.4.11. Señalización**

#### **3.4.11.1. Generalidades**

Se tomará en consideración los siguientes factores:

- Mejorar la infraestructura vial
- Revisión mecánica de los vehículos
- Educación para los conductores
- Educación vial
- Publicidad
- Legislación

- Acción policial
- Emergencia

Existen diversas causas probables que ocasionan los accidentes en el Perú, algunas de ellas son:

- Informalidad de empresas
- Imprudencia de conductores y peatones
- Mal estado de los vehículos y de vías
- Incumplimiento de la normatividad
- Ebriedad
- Altas velocidades

#### **3.4.11.2. Requisitos**

El Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, del Ministerio de transporte y comunicaciones en la p. 8, establece que: “Para ser efectivo un dispositivo de control de tránsito es necesario que se cumpla con los siguientes requisitos”:

- Que exista una necesidad para su utilización.
- Que llame positivamente la atención y ser visible.
- Que encierre un mensaje claro y conciso.
- Que su localización permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta.
- Infundir respeto y ser obedecido.
- Uniformidad.

Para el presente proyecto, se utilizarán señales verticales (preventivas, señales reglamentarias y señales informativas) a lo largo de todo el tramo de la carretera; es decir en los 5+000km. Todos los dispositivos que se emplearán, mantendrán un diseño, uniformidad, estandarización, conservación y mantenimiento.

### 3.4.11.3. Señales verticales

Se instalarán al nivel del camino y tienen por objetivo reglamentar el tránsito, y a la vez prevenir e informar a los conductores.

Estos dispositivos mantienen uniformidad en forma, dimensiones, colores, leyendas y símbolos, Su visibilidad es constante bajo cualquier condición de clima y las 24 horas del día. Las señales de tráfico están clasificadas en:

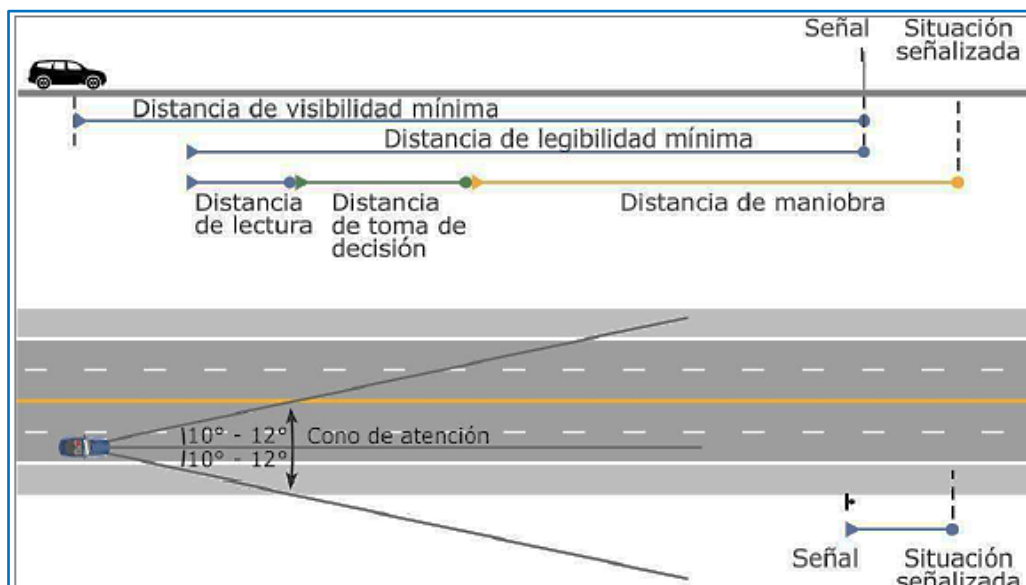
- Señales reglamentarias
- Señales preventivas
- Señales informativas

### 3.4.11.4. Colocación de las señales

#### ➤ Ubicación longitudinal

Se determinará en función a las distancias de visibilidad, lectura, legibilidad, toma y maniobra mínima; esto proporcionará al usuario un tiempo necesario para ejecutar acciones oportunas y convenientes.

**Figura 29**



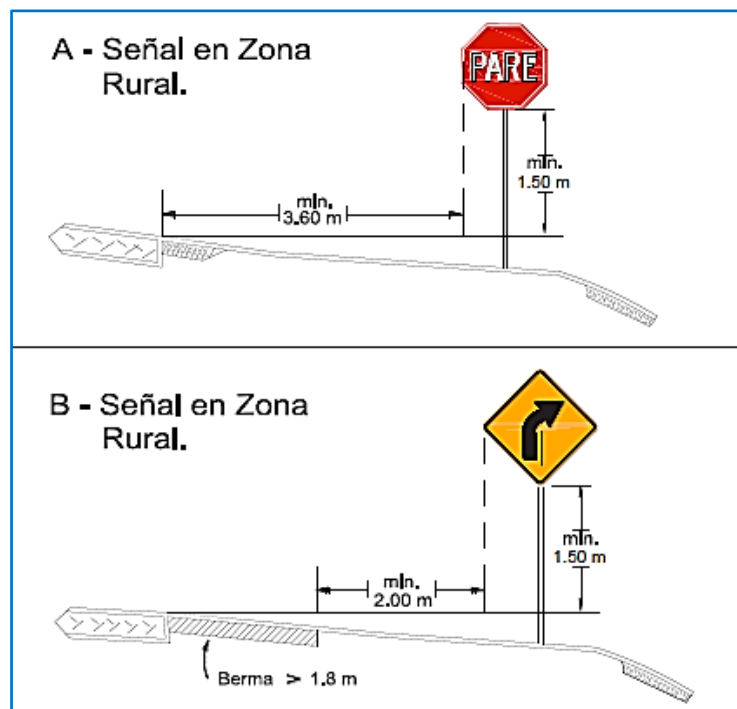
**Ubicación longitudinal y distancias de lectura**

**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

➤ Ubicación lateral

El dispositivo se ubicará al lado de derecho de la vía o fuera de las bermas. El Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, del Ministerio de transporte y comunicaciones, establece que: “En zonas rurales, la distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal, con excepción de los delineadores, deberá ser como mínimo 3.60 m para vías con ancho de bermas inferior a 1.80 m., y de 5.00 m. para vías con ancho de bermas iguales o mayores a 1.80 m. En casos excepcionales y previa justificación técnica, las señales podrán colocarse a distancias diferentes a las antes indicadas, cuando las condiciones del terreno u otras causas no lo permitan”.

**Figura 30**



**Ejemplos de ubicación lateral de señales en zona rural**

**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

➤ Altura

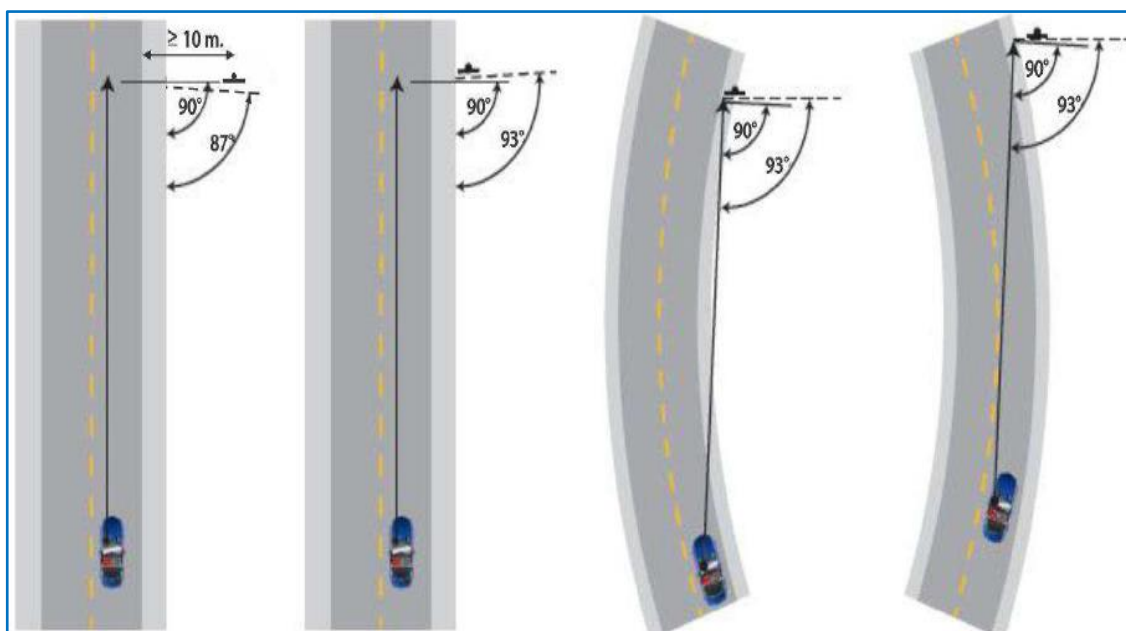
Deberá tener la altura sea la correcta. Para ello se toma en consideración la altura de los vehículos, la geometría horizontal y vertical de la vía, o la presencia de obstáculos.

El Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, del Ministerio de transporte y comunicaciones, en la p. 23, establece que: “En zonas rurales, la altura mínima permisible será de 1.50 m., entre el borde inferior de la señal y la proyección imaginaria del nivel de la superficie de rodadura (calzada). En caso de colocarse más de una señal en el mismo poste, la indicada altura mínima permisible de la última señal, será de 1.20 m.”

➤ Orientación

Los dispositivos tendrán una orientación leve con una inclinación hacia afuera, formando un ángulo mayor o menor a  $90^\circ$  respecto a la superficie de rodadura. Esta orientación se aplica para evitar el fenómeno de “reflexión especular”, debido a las luces que pueden incidir perpendicularmente en la cara de una señal, lo cual deteriora su nitidez al empañar la visión del conductor.

**Figura 31**  
**Orientación**



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

### 3.4.11.5. Señales en el proyecto de investigación

#### ➤ Señales reglamentarias

Estas señales utilizan símbolos o mensajes claros para indicar a sus usuarios las limitaciones, prohibiciones, restricciones y/o autorizaciones existentes dentro del sistema vial de la carretera; proporcionando así un tránsito fluido y seguro.

#### • Clasificación

El Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, del Ministerio de transporte y comunicaciones, en la p. 26 las clasifica en:

- a. “Prioridad, regulando el derecho de preferencia de paso.
- b. Prohibición:
  - De maniobras y giros
  - De paso por clase de vehículo
  - Otras
- c. Restricción, las cuales limitan el volumen de tránsito vehicular por motivos excepcionales en la vía.
- d. Obligación, muestra las obligaciones de los usuarios.
- e. Autorización.”

#### • Aplicación en el proyecto

Para el proyecto se ha previsto colocar señales para prohibir ciertas maniobras o giros y para restringir velocidades, estas son:

- Mantenga su Derecha (R – 15)
- Prohibido Adelantar (R – 16)
- Velocidad Máxima (R – 30).

Las dimensiones adoptadas serán rectangulares (0.90 m. x 0.60 m.), según su velocidad de diseño y con su respectiva leyenda.



**Figura 32**  
**Señales reglamentarias**



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

➤ Señales preventivas

Son dispositivos que permitirán a los conductores prevenir o tomar precauciones sobre posibles riesgos o situaciones imprevistas que pueden ocurrir en la vía. Este tipo de señales tendrán forma de rombo y de color amarillo en el fondo y negro en las orlas.

- Clasificación

El Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, del Ministerio de transporte y comunicaciones, en la p. 35 las clasifica tomando en cuenta estas características:

a) “Características geométricas de la vía:

- Curvatura horizontal, la cual determina la proximidad de curvas horizontales.
- Pendiente longitudinal, la cual determina la proximidad de pendientes longitudinales.

b) Características de la superficie de rodadura, que previenen la proximidad de irregularidades en la superficie.

c) Restricciones físicas de la vía

d) Intersecciones con otras vías.

e) Características operativas de la vía.

f) Emergencias y situaciones especiales, las cuales previenen que ocurran situaciones de emergencias viales.”

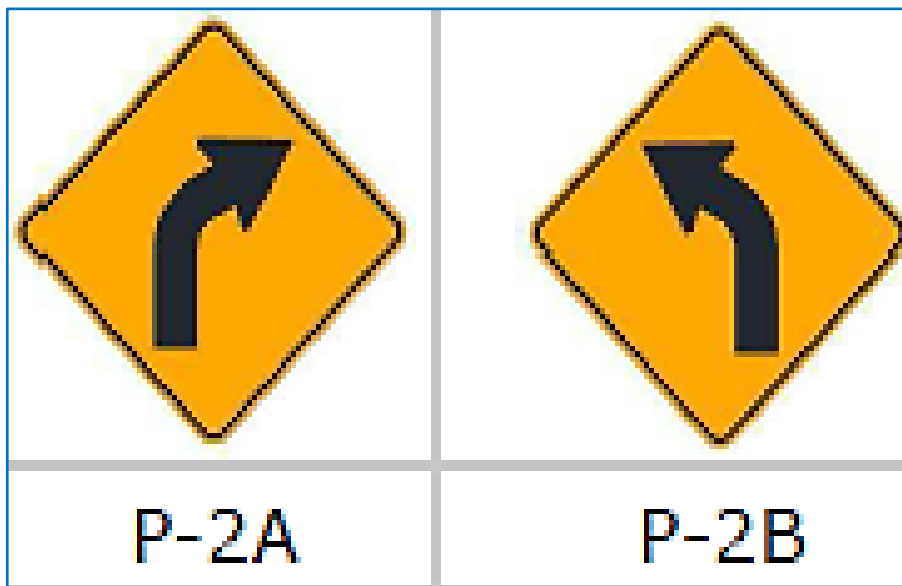
- Aplicación en el proyecto

Se utilizarán las siguientes señales preventivas para los conductores:

- Curva a la Derecha (P – 2A)
- Curva a la Izquierda (P – 2B).

Serán en forma de rombo y de acuerdo a la velocidad de diseño serán de 0.60 m. por 0.60 m. de lado, de color amarillo. Estas dimensiones de las señales preventivas usadas son dictaminadas por el Manual de dispositivos de control de tránsito.

**Figura 33**  
Señales preventivas



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

➤ Señales informativas

Son aquellas que informarán a los usuarios de la vía los puntos notables (centros poblados, ríos, puentes, túneles, entre otros) zonas urbanas, distancias a ciertos lugares e incluso señalización bilingüe, todo esto a lo largo de la vía y su área de influencia. Estas señales tendrán una forma rectangular o cuadrada. Su color de fondo será verde y sus mensajes, símbolos y orlas de color blanco.

- Clasificación

El Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016, del Ministerio de transporte y comunicaciones, en la p. 46 las clasifica tomando en cuenta estas consideraciones:

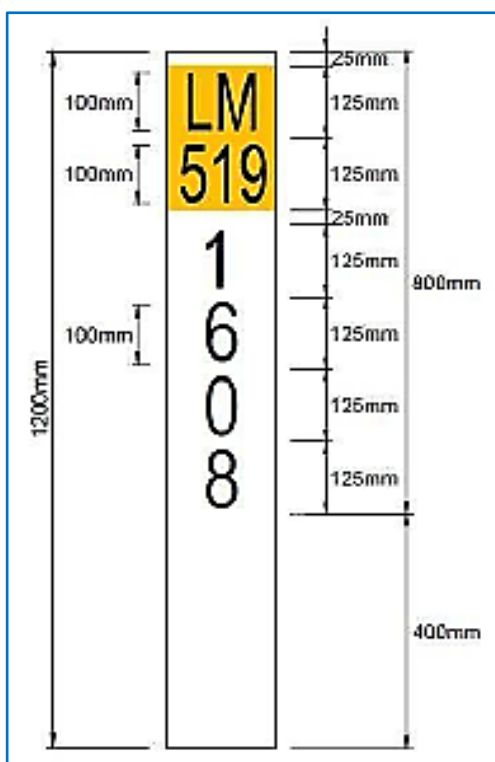
- a) “Señales de pre – señalización, las cuales indican la proximidad de una intersección de vía o algún cruce.
- b) Señales de dirección, las cuales ubican zonas de destino.
- c) Balizas de acercamiento, las cuales son usadas en autopistas para indicar la distancia de 300 m, 200 m y 100 m al inicio de la pista de desaceleración de salida.
- d) Señales de salida inmediata.
- e) Señales de confirmación, las cuales confirman la ubicación del destino a visitar.
- f) Señales de identificación vial, las cuales individualizan la vía, dando indicaciones como su nombre, símbolo, código y su numeración.
- g) Señales de localización, las cuales informan y determinan los límites jurisdiccionales de las zonas.
- h) Señales de servicios generales, las cuales indican la próxima área de servicio.
- i) Señales de interés turístico, las cuales indican los sitios de interés turístico más próximos e importantes dentro del área de influencia de la vía.”

- Aplicación en el proyecto

Se colocarán las señales de localización, las cuales son: postes kilométricos (I – 2A). Estos indicarán periódicamente la distancia recorrida con relación al punto de partida de la vía. (Km 0+000). Sus dimensiones se muestran en la siguiente figura:

**Figura 34**

**Señal informativa – poste kilométrico de red vecinal**



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

- Resumen del diseño de señalización y seguridad vial
- En el presente proyecto se utilizarán los dispositivos mostrados en el cuadro siguiente:

**Cuadro 87**

**Diseño de señalización y seguridad vial de señales verticales**

<b>Señales Reglamentarias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenga su derecha (R – 15)</li> <li>- Prohibido adelantar (R – 16)</li> <li>- Velocidad máxima (R – 30)</li> <li>- Dimensiones: rectangular (0.90m x 0.60 m) con su leyenda</li> </ul>
<b>Señales Preventivas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Curva a la derecha (P – 2A)</li> <li>- Curva a la izquierda (P – 2B)</li> <li>- Dimensiones: forma de rombo de 0.60 m por lado y de color amarillo</li> </ul>
<b>Señales Informativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Postes kilométricos (I – 2A) a cada Km.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.5. Estudio de impacto ambiental**

#### **3.5.1. Generalidades**

La vía a diseñar que unirá los caseríos de Uchubamba y Yamán, está ubicada en una zona que pertenece a la ecorregión de serranía esteparia; la cual, presenta características marcadas en el clima y la geomorfología. Estas características están presentes de manera activa en el desarrollo del proyecto.

Es así que, se incorporará al desarrollo del proyecto normativas y criterios ambientales, ya que definirá una estrategia basada en el cuidado del medio ambiente, evitando la pérdida de recursos naturales, los cuales proporcionan el desarrollo económico de los centros poblados en estudio. A la vez que, a través de este estudio se conocerán los efectos nocivos que traería consigo el realizar este proyecto.

#### **3.5.2. Objetivos**

- ✓ Determinar si el proyecto es ambientalmente factible de desarrollar identificando sus impactos positivos.
- ✓ Identificar los impactos negativos que traería consigo desarrollar el proyecto, a fin de incorporar medidas de mitigación que eviten o reduzcan dichos impactos.
- ✓ Plantear e implementar medidas de mitigación para limitar o corregir los diferentes efectos desfavorables producidos en el medio ambiente por la ejecución del proyecto.

#### **3.5.3. Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA)**

##### **➤ Constitución política del Perú (29 de diciembre de 1993)**

##### **Art. 66: Recursos naturales**

Este artículo dice que todo recurso natural ya sea renovable o no renovable es patrimonio del Perú.

##### **Art. 67: Política ambiental**

Este artículo da poder al Estado de promover el uso sostenible de sus recursos naturales.

**Art. 68:** Este artículo obliga al Estado a conservar los recursos naturales y las áreas protegidas.

➤ **Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (D.L. 613 del 08/09/90)**

**Capítulo I: De la política ambiental**

- **Art. 1: Derecho a gozar de un medio ambiente saludable y equilibrado**

Este artículo da a entender que a pesar que se desarrolle proyectos en cierta área natural, este proyecto debe afectar en lo más mínimo el medio ambiente para las personas puedan vivir y gozar una buena calidad de vida.

- **Art. 2: Medio ambiente como patrimonio común de la Nación**

Este artículo resalta la importancia de conservar y proteger el medio ambiente y sus recursos naturales.

- **Art. 3: Legitimación para actuar en defensa del medio ambiente**

Este artículo da potestad a cualquier ciudadano de exigir la protección del medio ambiente que esté siendo afectado.

- **Art. 6: Participación ciudadana**

En este artículo, se resalta la participación ciudadana en la política ambiental que rige en el país.

**Capítulo IV: De las medidas de seguridad**

- **Art. 14: Prohibición de descargar sustancias contaminantes**

Este artículo prohíbe la descarga de sustancias que pueden contaminar el medio ambiente, por lo que existe una política de control para velar por el cumplimiento de este artículo.

- **Art. 15: Prohibición de verter o emitir residuos que alteren las aguas**

Este artículo prohíbe que por algún motivo se vierta cualquier tipo de residuo ya sea sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar

las aguas. Periódicamente se realizan muestreos de las aguas para ver si se cumple con esta disposición.

### **Capítulo VIII: Del patrimonio natural**

#### **- Art. 36: Definición**

Este artículo define lo que es un patrimonio natural, el cual lo constituyen toda la diversidad biológica, ecológica y genética dentro del territorio.

### **Capítulo IX: De la diversidad genética y los ecosistemas**

#### **- Art. 39: Protección a especies singulares y representativas**

Según este artículo, toda especie representativa y en peligro de extinción será protegida de manera especial por el Estado.

#### **- Art. 49: Conservación de los ecosistemas**

Este artículo empodera al Estado como la autoridad encargada de la protección y conservación de todos los ecosistemas que estén dentro de su territorio.

### **Capítulo X: De las áreas naturales protegidas**

#### **- Art. 50: Protección de muestras representativas**

A través de este artículo el Estado protege los distintos ecosistemas a través de áreas protegidas.

#### **- Art. 54: Reconocimiento del derecho de propiedad de las comunidades campesinas y nativas**

Este artículo da potestad a las comunidades campesinas de poseer tierras.

### **Capítulo XI: Del Patrimonio Natural Cultural**

#### **- Art. 59: Definición**

Toda área arqueológica o histórica es reconocida por el Estado como Patrimonio natural cultural.

### **Capítulo XIII: De los Recursos Energéticos**

- **Art. 73: Empleo de tecnología para evitar la contaminación**

Se debe utilizar tecnología que evite daños ambientales.

### **Capítulo XIV: De la Población y el Ambiente**

- **Art. 78: Distribución de poblaciones según ecosistemas**

Este artículo muestra cómo se distribuye la población en el territorio dependiendo de la capacidad de soporte del ecosistema que se abarque.

➤ **Ley de residuos sólidos, Ley N° 27314**

Señala en su primer artículo que: “la ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria, y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana”.

➤ **Reglamento de organización y funciones del Ministerio de transportes y comunicaciones (D.S. N° 041 – 2002 – MTC)**

- **Art. 73: Dirección general de asuntos socio – ambientales**

Este artículo da a conocer que la dirección general de asuntos socio ambientales es el órgano encargado de velar por el cumplimiento de la normatividad socio ambiental, cuyo objetivo es asegurar que los proyectos sean ambientalmente viables.

➤ **D.S. N° 019 – 2009 – MINAM Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental**

- **Título 2, capítulo 2, Art. 36: Clasificación de los proyectos de inversión:**

“Los proyectos públicos o privados que están sujetos al SEIA, deben ser clasificados por las autoridades competentes, de



acuerdo a lo señalado en el artículo 8 de la ley, en una de las siguientes categorías”:

✓ **Categoría I – Declaración de impacto ambiental (DIA):**

Este estudio es utilizado para evaluar aquellos proyectos que generan impactos negativos leves para el medio ambiente.

✓ **Categoría II – Estudio de impacto ambiental semidetallado (EIA-sd):**

Este estudio es utilizado para evaluar aquellos proyectos que generan impactos negativos moderados para el medio ambiente.

✓ **Categoría III – Estudio de impacto ambiental detallado (EIA-d):**

Este estudio es utilizado para evaluar aquellos proyectos que generan impactos negativos significativos para el medio ambiente.

#### **3.5.4. Infraestructura de servicio**

➤ Agua potable y desague

En el área de influencia del proyecto, el distrito de Chugay, cuentan con los servicios básicos de saneamiento en el área urbana en un 92%, contando con agua potable y alcantarillado; y en la zona rural llega a un 72% contando con agua potable y letrinas.

➤ Electricidad

La población del distrito de Chugay tienen luz eléctrica en un porcentaje de 93%, sin embargo, en las localidades donde interviene el proyecto de investigación que son Uchubamba y Yamán solo se cuenta con el 15%.

➤ **Salud**

Los caseríos de Uchubamba y Yamán cuentan con un pequeño centro de salud donde atender emergencias, no cuentan con el equipo necesario ni el personal capacitado para tratar problemas de salud más complejos, por lo cual deben acudir hasta el distrito de Chugay, para recibir una atención controlada en salud; hasta derivarse a Huamachuco.

➤ **Educación**

Ambos caseríos, Uchubamba y Yamán, cuentan con una institución educativa de nivel primaria. Para poder tener educación de secundaria, los jóvenes, migran a Chugay para poder conseguirlo. Por lo cual muchos jóvenes, sin recursos, quedan con solo la educación primaria.

➤ **Vivienda**

En el distrito de Chugay, se da el autoconstrucción de las viviendas con predominio del adobe o tapial en un 93%, el material noble representa solo el 4%, la quincha un 2% y otros (madera, esteras, piedra con barro o cal) un 1%.

### **3.5.5. Diagnóstico ambiental**

#### **3.5.5.1. Medio físico**

✓ **Clima**

Predomina el clima cálido – seco, con temperaturas que fluctúan desde los 11°C hasta los 14°C y lluvias intensas de noviembre a marzo, bajando la intensidad de éstas en los meses de abril a diciembre, registrándose mayor estiaje en los meses de julio a setiembre.

✓ **Hidrología**

Para hallar la intensidad generada en la zona se tomó como estación pluviométrica la Estación de Huamachuco, con la

cual se hallan los caudales proyectados en años de acuerdo a las estructuras y su periodo de retorno.

✓ **Suelos**

Para determinar la conformación del material del suelo existente en la vía a diseñar se realizó los EMS extrayendo muestras de suelo de las calicatas elaboradas a cada kilómetro de la vía. Esto se puede analizar y revisar detalladamente en el presente informe, del cual se obtuvo que el suelo está conformado al básicamente del tramo por grava arcillosa con arena (GC) hasta el final de la carretera, según la clasificación SUCS.

**3.5.5.2. Medio biótico**

✓ **Flora**

Los centros poblados de Uchubamba y Yamán tienen como principal cultivo, el de la papa en gran variedad. También cuentan con árboles frutales, cereales, hortalizas, tubérculos.

✓ **Fauna**

La crianza de animales es a nivel familiar, especialmente en la crianza de ganado, vacas, borregos, caballos, mulas, los últimos utilizados para su propio transporte y/o transporte de mercadería.

**3.5.5.3. Medio socio económico y cultural**

La comunidad beneficiaria total entre ambos caseríos, Uchubamba y Yamán, es de 750 habitantes.

**3.5.6. Área de influencia del proyecto**

El área de influencia se delimita mediante una faja imaginaria a lo largo del eje de la carretera en elaboración con 200 m. de ancho a cada lado del

eje, que incluye las áreas para instalación del campamento, patio de máquinas, depósitos de material excedente, fuentes de agua, etc.

### **3.5.7. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto**

#### **3.5.7.1. Matriz de impactos ambientales**

Esta matriz se compone por un cuadro de doble entrada, colocándose en las columnas de la parte superior, las acciones que el proyecto realizará; en las filas de la parte lateral, se colocan los factores impactantes para el medio ambiente de la zona de estudio. El impacto ambiental se determina al cruzar fila con columna, obteniendo numéricamente un daño o beneficio.

#### **3.5.7.2. Magnitud de los impactos**

La magnitud de los impactos se medirá en grados numéricos del 1 al 3 como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 88**

#### **Grados de impactos ambientales**

<b>GRADOS DE IMPACTO</b>	
Descripción	Grado
Impacto Débil	-1
Impacto Moderado	-2
Impacto Fuerte	-3

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **3.5.7.3. Matriz causa – efecto de impacto ambiental**

Esta matriz se presenta en dos etapas del proyecto, la primera es la etapa de ejecución y la segunda la etapa de operación. A continuación, se muestra la matriz para la etapa de ejecución:

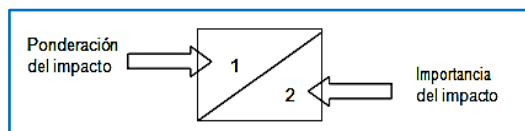
**Cuadro 89**

**Matriz de impacto ambiental durante la etapa de ejecución**

C O M P O N E N T E S	Factores Impactantes / Acciones Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO							
			Abastecimiento de agua	Campamento y/o Trabajadores	Cantera (Exploración)	Maquinarias	Planta Chancadora	Planta de Asfalto	Colocación de Carpeta Asfáltica	Excedente de Obra
FÍSICO	Atmósfera	Aire	/	/	-1 2	-1 1	-1 2	-1 2	-1 1	-1 1
		Ruido	/	-1 1	-2 2	-1 3	-2 1	-1 1	/	/
	Hydrología	Cantidad	-1 2	/	/	-1 1	/	-1 2	/	/
	Paisaje	Calidad	/	-1 2	-1 2	/	-1 1	-1 1	/	-1 1
	Suelo	Calidad	/	/	/	/	/	-1 2	/	-1 1
		Compactación	/	1 1	/	-1 1	/	-1 1	/	/
BIOLÓGICO	Fauna	Dezplazamiento	/	/	/	/	/	/	/	/
	Flora	Cobertura	-1 1	/	/	/	/	/	-1 1	-1 1
SOCIO ECONÓMICO	Población	Salud	/	/	-1 3	1 3	-1 3	-1 3	-1 2	-1 2
	Economía	Empleo	/	/	/	/	/	/	/	/
		Industriales	/	/	/	/	/	/	/	/
		Agropecuaria	-1 2	/	/	/	/	/	/	/
		Transporte	/	1 1	/	/	/	/	/	/
		Turismo	/	/	/	/	/	/	/	/
		Comercio	/	/	/	/	/	/	/	/

**Fuente:** Elaboración propia.

**Leyenda:**



La matriz mide y evalúa el impacto negativo y positivo de las acciones realizadas en el proyecto sobre los factores ambientales en la zona de estudio.

**Cuadro 9**  
**Medición del impacto ambiental**

PONDERACIÓN DEL IMPACTO		VALORACIÓN DEL IMPACTO		IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
Impacto Débil	1			Importancia Baja	1
Impacto Moderado	2	Impacto Positivo	+	Importancia Media	2
Impacto Fuerte	3	Impacto Negativo	-	Importancia Alta	3

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se muestra la Matriz de Causa – Efecto en la etapa de operación:

**Cuadro 91**  
**Matriz de impacto ambiental durante la etapa de operación**

C O M P O N E N T E S	Factores Impactantes / Acciones Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO				
			Mayor Tránsito de Vehículos en la Zona	Incremento del Flujo de Personas	Influencia para el Proceso de Desarrollo	Conservación Periódica de la Carretera	
FÍSICO	Atmósfera	Aire	-1 / 1				
		Ruido	-1 / 1				
	Hidrología	Cantidad	-1 / 1				
		Paisaje	Calidad		-1 / 1		
	Suelo	Calidad					
		Compactación					
BIOLÓGICO	Fauna	Dezplazamiento		-1 / 1			
	Flora	Cobertura					
SOCIO ECONÓMICO	Población	Salud			2 / 2	1 / 3	
	Economía	Empleo		1 / 1			
		Industriales				1 / 2	1 / 3
		Agropecuaria		1 / 1			
		Transporte		2 / 2	1 / 2		1 / 2
		Turismo		2 / 3			1 / 2
		Comercio		2 / 2	1 / 1		1 / 1

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Resultados de la matriz Leopold en la etapa de ejecución**

En el cuadro 87 se observa que los factores ambientales que serían más perjudicados son aquellos relacionados con las actividades en las canteras y en la planta de chancado y asfalto.

### **Resultados de la matriz Leopold en la etapa de operación**

En el cuadro 89 se observa que las acciones que se desarrollarán durante la operación de la carretera tendrán efectos positivos en el ámbito socioeconómico para los centros poblados en estudio. Sin embargo, se generarán algunos impactos negativos pequeños como ruido o la contaminación del agua o aire, para los cuales se debe implementar medidas de mitigación con el fin de minimizar o mantener los límites permisibles para el medio ambiente y para los usuarios de la vía.

#### **3.5.8. Descripción de los impactos ambientales**

Tras efectuar y evaluar con criterio el estudio de impacto ambiental del proyecto, se observó que su ejecución ocasionaría diversos impactos ambientales, los cuales podrían ser positivos y negativos, todo esto dentro del área de influencia del mismo. Se evalúa los impactos ambientales más potenciales dentro de la zona de estudio del proyecto, esto abarca un conjunto de medidas estructuradas en programas de acción. Estas medidas también son llamadas instrumentos de gestión ambiental y son:

- Medidas de prevención: Evitan o disminuyen los daños de los impactos negativos.
- Medidas de corrección: Mejoran y recuperan la calidad ambiental del medio afectado.
- Medidas de mitigación: Tratan de recuperar en cierta manera las condiciones del medio afectado por impactos irreversibles.

Cuadro 92

## Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES		MANEJO AMBIENTAL			
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>AIRE</b>	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y desbroce</li> <li>• Reconf ormación del afirmado</li> <li>• Explotación de canteras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego con agua en todas las superficies de actuación de forma que estas áreas mantengan el grado de humedad.</li> <li>• Evitar movimientos de tierra excesivos, durante las actividades de limpieza, reconf ormación del afirmado y explotación de material.</li> </ul>	A lo largo de todo el tramo vial y en las canteras.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de material</li> <li>• Disposición de material excedente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubrir con una manija húmeda el material transportado por los volquetes.</li> <li>• Humedecer la superficie de los accesos en trocha para evitar la emisión de material particulado.</li> <li>• Evitar movimientos de tierra excesivos, durante las actividades de disposición de material.</li> </ul>	A lo largo de todo el tramo vial y en los DMES.	El Jefe Zonal
	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases y ruidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y desbroce</li> <li>• Reconf ormación del afirmado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la quema de la vegetación que será extraída en los procesos de adecuación de Las instalaciones.</li> <li>• La maquinaria debe proveerse de silenciadores y mantener un mantenimiento para la reducción de gases contaminantes.</li> </ul>	A lo largo de todo el tramo vial.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de la maquinaria pesada y ligera</li> <li>• Funcionamiento de campamento y patio de máquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar que la maquinaria y demás vehículos sólo circulen en los frentes de trabajo o en las áreas debidamente autorizadas por el Residente de Obras.</li> <li>• Evitar desplazamientos excesivos de la maquinaria en el área de obras.</li> <li>• La maquinaria pesada y ligera debe proveerse de silenciadores y mantener un mantenimiento para la reducción de gases contaminantes</li> </ul>	En todos los frentes donde opere la maquinaria.	El Jefe Zonal
<b>AGUA</b>	Riesgo de afectación de la calidad del agua de los cursos de agua cercanos a la vía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explotación de la fuente de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar realizar movimientos de tierra excesivos en el cauce de las quebradas.</li> <li>• Realizar un control periódico de la maquinaria para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite.</li> <li>• Realizar un control periódico de la calidad del agua.</li> </ul>	En el emplazamiento del campamento y patio de máquinas y su entorno próximo.	El Jefe Zonal
	Riesgo de conflictos en el uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento del campamento y patio de máquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con las autoridades los permisos para el uso del agua de las fuentes locales en la obra.</li> <li>• No verter materiales en los cauces de las quebradas que atraviesan la vía.</li> </ul>	En las fuentes de agua	El Jefe Zonal
<p>*DMES = Depósito de material excedente y/o Botadero Fuente: Elaboración Propia.</p>					



Cuadro 93

Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales

ELEMENTOS DEL AMBIENTE		IMPACTOS AMBIENTALES		MANEJO AMBIENTAL			RESPONSABLE
		ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA		LUGAR DE APLICACIÓN		
		ETAPA DE MANTENIMIENTO					
SUELO	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconformación del afirmado</li> <li>Reconstrucción de obras de drenaje.</li> <li>Transporte de material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los materiales excedentes a lo largo del tramo se retirarán y se dispondrán en los DME seleccionados.</li> <li>Evitar los amplios derrames de algún otro tipo de material que afectará la calidad del suelo. (cemento entre otros).</li> </ul>		En todo el tramo vial.		El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación de Maquinaria Ligera y Pesada</li> <li>Explotación de canteras</li> <li>Disposición de material excedente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control periódico de la maquinaria para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite durante los trabajos.</li> </ul>		En todo el tramo vial, canteras y los DMEs.		El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Funcionamiento de campamento y patio de máquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los aceites y lubricantes usados deben ser almacenados en recipientes herméticos.</li> <li>Los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones deberán ser trasladados a los DMEs seleccionados.</li> </ul>		En los campamentos y patio de máquinas		El Jefe Zonal
RELIEVE	Alteración puntual del relieve del área	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposición de material excedente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar realizar excesivos movimientos de tierra durante las operaciones.</li> </ul>		A lo largo de todo el tramo vial.		El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Explotación de canteras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una disposición y conformación adecuadas.</li> <li>Evitar realizar excesivos movimientos de tierra durante el desarrollo de las operaciones de explotación.</li> </ul>		En los DME		El Jefe Zonal
PAISAJE	Alteración de la calidad del paisaje local	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposición de material excedente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la disposición y conformación adecuada de los materiales en los Depósitos de Material Excedente asignados, evitando una modificación brusca sobre el paisaje local.</li> </ul>		En las Canteras		El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Funcionamiento de campamento y patio de máquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los desechos sólidos (basura) generados en el campamento, serán almacenados convenientemente en recipientes apropiados.</li> <li>Establecer el campamento y patio de máquinas en forma ordenada para su adecuada disposición.</li> <li>Una vez culminada la obra, se procederá al reacondicionamiento del área ocupada por el patio de maquinarias y campamentos, hacia su estado natural.</li> </ul>		En los DME.		El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Explotación de canteras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar cortes excesivos de la escasa vegetación durante la habilitación de estas instalaciones.</li> </ul>		Canteras		El Jefe Zonal

\*DMEs = Depósito de material excedente y/o Botadero  
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 94

## Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>FLORA</b>	Afectación de la flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y desbroce</li> <li>• Canteras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar cortes o movimientos excesivos de vegetación durante el desarrollo de estas operaciones.</li> </ul>	A lo largo de todo el tramo vial y en las canteras.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición de material excedente</li> <li>• Funcionamiento del campamento y patio de máquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar cortes excesivos de vegetación durante la habilitación de los depósitos de material excedente.</li> <li>• Retirar cuidadosamente la capa orgánica del suelo, preservarlo para luego ubicarlo en la etapa de abandono.</li> <li>• Al término de las obras las áreas disturbadas en los DMEs y el campamento y patio de máquinas serán restauradas con la vegetación de la zona.</li> </ul>	En el entorno del campamento y patio de máquinas y de los DMEs.	El Jefe Zonal
<b>FAUNA</b>	Perturbación de la fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la mayoría de las actividades del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibir la caza furtiva por parte del personal de obra.</li> <li>• Reducir los ruidos nocivos</li> <li>• Colocar señales preventivas de cruce de animales domésticos o silvestres.</li> <li>• Asimismo se deberá colocar señalización ambiental en los cruces mas frecuentes del ganado.</li> </ul>	En el área de influencia del proyecto y en los lugares puntuales de alto impacto.	El Jefe Zonal

\*DMEs = Depósito de material excedente y/o Botadero

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 95

## Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES		MANEJO AMBIENTAL			
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>EMPLEO</b>	Generación de empleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todas las actividades en su conjunto, aunque algunas utilizarán mano de obra no calificada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sería recomendable que el Contratista tomara la mano de obra no calificada (peones) de la zona; teniendo en cuenta que se han programado horas-hombre de trabajo durante el tiempo que va a durar la construcción de la vía, esto proporcionaría empleo para peones en forma diaria</li> </ul>	En el área de influencia del proyecto.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Desbroce y limpieza</li> <li>Explotación de canteras.</li> <li>En menor medida en las demás actividades del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar señalización adecuada en los frentes de trabajo y proporcionar el correspondiente equipo botas, principalmente) al personal asignado a</li> </ul>	<p>A lo largo de todo el tramo vial.</p> <p>En las canteras.</p> <p>En los demás frentes de trabajo.</p>	<p>El Jefe Zonal</p> <p>El Jefe Zonal</p> <p>El Jefe Zonal</p>
<b>ECONOMÍA</b>	Dinamización de la economía local	Todas las actividades en su conjunto	.....	.....	.....
<b>ETAPA DE FUNCIONAMIENTO</b>					
<b>AIRE</b>	Alteración de la calidad del aire	Funcionamiento de la carretera e incremento del tránsito vial	Las autoridades competentes del distrito de Tantomayo deberán controlar vehículos que por su antigüedad emitan gases en exceso.	A lo largo de todo el tramo vial, en puntos de control rutinario.	La Municipalidad
<b>SALUD Y SEGURIDAD</b>	Riesgos en la seguridad personal de los usuarios de la vía	Funcionamiento de la carretera	Realizar un mantenimiento periódico de la carretera rehalitada y de las señales viales instaladas.	A lo largo de todo el tramo vial.	El MTC

\*DMEs = Depósito de material excedente y/o Botadero

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.5.8.1. Impactos ambientales negativos**

Estos radican en la etapa de ejecución de obra, son aspectos que en lo siguiente se tratará de erradicar, las cuales son producidas durante las actividades de movimiento de tierra llevadas a cabo al realizar excavaciones, extraer dicho material y transportarlo; también, son producidas al instalar campamentos y patios de maquinaria, plantas chancadoras y plantas de asfalto.

### **3.5.8.2. Impactos ambientales positivos**

Estos se muestran en la etapa de operación de la obra.

### **3.5.9. Plan de manejo socio ambiental**

Se plantea estratégicamente conservar el medio ambiente y lograr desarrollar socioeconómicamente los pueblos de Uchubamba y Yamán.

Este se planteará de la siguiente manera:

#### ➤ Programa de mitigación

##### ✓ Medidas para la protección de ríos y quebradas

- Evitar el vertido de materiales al río o las quebradas.
- Evitar el tránsito innecesario de la maquina cerca al cauce del río o las quebradas.
- Ejecutar un control estricto en el mantenimiento de las maquinarias, tanto en el lavado como en la recarga de combustible, impidiéndolo de hacer cerca al cauce de los ríos o quebradas.

##### ✓ Medidas para la protección del suelo

- Establecer botaderos para la disposición de los desechos de la obra.
- Restaurar el paisaje de la zona al finalizar la obra, desmantelando las estructuras temporales que se establecieron.

- Recolectar y disponer inmediatamente los residuos de derrames accidentales de concreto, lubricantes, combustibles, de acuerdo a las normas ambientales presentes.
  - Proveer de recipientes plásticos con tapa para la disposición de basura en las casetas, campamentos y frentes de obra, para luego ser llevadas periódicamente a los botaderos preestablecidos.
  - Prohibir la colocación aleatoria del material producto de las excavaciones. Deben ser depositados temporalmente al costado de la vía a la espera de ser trasladado a los botaderos preestablecidos.
- ✓ Medidas para la protección de flora y fauna
- Evitar la emisión de gases contaminantes al medio ambiente que afecten la flora local.
  - Prohibir las actividades de tala de árboles.
  - Enmarcar y limitar las actividades de la obra al área de desarrollo de la misma, evitando incrementar los daños a la flora y fauna silvestre.
  - Prohibir las actividades de recolección y/o extracción de flora y fauna.
  - Prohibir el uso de armas de fuego en el área de trabajo, a excepción del personal de seguridad.
  - Evitar acrecentar los ruidos en la obra, manteniendo los límites permisibles.
  - Implementar defensas y señales de prevención para evitar las caídas o daños a las personas o animales existentes en el área, durante ciertas actividades como las excavaciones.
- ✓ Medidas para la protección de flora y fauna
- Cumplir las normativas implementadas sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes.

- Implementar un plan estratégico que enmarque el panorama de riesgos para el personal.
  - Imponer a cada trabajador relacionado a la obra el cumplimiento efectivo del plan de riesgos.
- ✓ Medidas para la protección del patrimonio arqueológico
- En el área y sus alrededores cercanos del proyecto no se ha detectado la presencia de zonas arqueológicas, por lo que no es implementar medidas para este caso.

### **3.5.10. Programa de control y seguimiento**

Este programa mantiene un control ambiental, pues garantiza el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental, con el objetivo de conservar el medio ambiente durante y después de realizada la obra. Aquellas operaciones que se realicen para monitorear las actividades o acciones de la obra se realizarán durante y después de finalizar la misma.

#### **➤ Durante la etapa de construcción**

A continuación, se presentan acciones que requieren un monitoreo durante esta etapa:

- La ubicación del campamento y patio de máquinas en zonas de mínimo riesgo para el medio ambiente.
- El movimiento de tierras, el cual afecta la geomorfología del medio ambiente y genera contaminación que podría afectar a la vegetación, fauna y al propio personal que labore en la obra.
- El vertido de materiales dañinos y nocivos, los cuales deben ser depositados en los botaderos que se han establecido.

#### **➤ Durante la etapa de funcionamiento**

En esta etapa el monitoreo está orientado a evaluar el funcionamiento correcto de la obra, e inspeccionar que efectos colaterales aún se existen con el fin de erradicarlos o mantenerlos controlados.

### ➤ **Programa de cierre**

En esta etapa el seguimiento y monitoreo está orientado a mantener cierto personal básico encargado de realizar las tareas de abandono de la obra, es decir de dismantelar las estructuras provisionales y al finalizar estas labores, se inicia el proceso de restauración del medio ambiente.

#### **3.5.11. Plan de contingencias**

El objetivo primordial de este programa es ejecutar medidas ante la presencia de eventos accidentales, técnicos o humanos que podrían dañar la integridad humana o perjudicar el medio ambiente o los bienes del proyecto. El plan de manejo socio ambiental será la base para determinar que eventos serían los más dañinos para el medio ambiente. Las contingencias se clasifican según las causas que lo producen y son:

- ✓ **Contingencias accidentales:** Ocurren en el frente de trabajo y requieren de atención médica inmediata. Su peor consecuencia es la muerte.
- ✓ **Contingencias técnicas:** Se pueden producir por deficiencias en los procesos constructivos o de diseño y requieren atención técnica. Su peor consecuencia son los retrasos y sobre costos.
- ✓ **Contingencias humanas:** Ocasionada por la población influenciada en el proyecto. En el peor de los casos genera conflictos humanos, ocasionando desorden público, atrasos en la obra, huelgas de los trabajadores, daño institucional para la empresa.

Estos riesgos pueden verse acrecentados por la intervención de diversos agentes humanos, técnicos o naturales como lo son: las lluvias intensas, fuertes sismos, deficientes procesos constructivos, deficiente calidad de los materiales de construcción, conflictos comunicativos, entre otros.

**Cuadro 96**

**Medidas preventivas del EIA**

<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
Sitios de almacenamiento y manipulación de combustibles	Cumplimiento cuidadoso de las normas de seguridad industrial en lo relacionado con el manejo y almacenamiento de combustibles
Generación de sismos de mayor o menor magnitud, que puedan generar desastres y poner en peligro la vida de los trabajadores	Cumplimiento de las normas de seguridad en carreteras
	Coordinación con las entidades de socorro del distrito y participación en las prácticas de salvamento que éstas programen
	Señalización de rutas de evacuación, divulgación sobre la localización de la región en una zona de riesgo sísmico
Se pueden presentar en todos los frentes de obra	Cumplimiento cuidadoso de las normas de seguridad en carreteras
	Señalización clara que avise al personal y a la comunidad al tipo de riesgo al que se someten
	Cerramientos con cintas reflectivas, mallas y barreras en los sitios de más probabilidades de accidente

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.5.12. Conclusiones y recomendaciones**

#### **3.5.12.1. Conclusiones**

- ✓ El proyecto es ambientalmente factible de realizar, y su ejecución generará impactos positivos significativos para los usuarios de la vía, como también el desarrollo socioeconómico de centros poblados involucrados de Uchubamba y Yamán.
- ✓ El impacto negativo más significativo se producirá en la etapa de ejecución de la obra: las acciones realizadas en las canteras, el movimiento de tierra y transporte de material excedente ocasionará los mayores daños al medio ambiente.
- ✓ Se implementará medidas de mitigación para los impactos negativos que se generarán en el medio ambiente, ejecutándose a la vez un programa de seguimiento y monitoreo durante y después de realizada la obra vial.

#### **3.5.12.2. Recomendaciones**

Mantener una actitud vigilante de monitoreo a las acciones realizadas en obra, con el fin de controlar los impactos



negativos que generen al medio ambiente producidos durante y después de ejecutar la obra.

### 3.6. Especificaciones técnicas

#### 3.6.1. Obras preliminares

##### ➤ Cartel de identificación de la obra de 3.60 x 2.40 m

###### - Descripción:

Se confeccionará un Cartel de Obra de dimensiones: 3.60 m x 2.40 m. En este cartel se indicará:

- Entidad Contratista (con su logotipo correspondiente).
- Nombre de la obra a ser ejecutada.
- Monto de obra.
- Tiempo de ejecución.
- Fuente de financiamiento.
- Nombre del Consultor Proyectista.
- Nombre del Contratista Constructor

El Cartel será colocado sobre soportes dimensionados y debe mantener en pie su propio peso y los efectos del viento.

###### - Materiales:

Se utilizará para su elaboración planchas de Triplay de e = 12 mm y marcos de madera o acero. El tipo de pintura a usarse será esmalte sintético.

###### - Medición:

La medición se hará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

###### - Pago:

Se valorizará una vez colocado el cartel de obra en su ubicación definitiva.

Ítem de pago	Unidad de pago
CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

##### ➤ Movilización y desmovilización de equipos

###### - Descripción:

El Contratista deberá realizar todo el trabajo de suministrar, reunir y transportar su organización de construcción completa al lugar de la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos.

**- Consideraciones generales:**

El transporte del equipo pesado se podrá realizar en camiones de plataforma, de cama baja, mientras que el equipo liviano podrá transportarse por sus propios medios.

El equipo es revisado, verificado, aceptado o rechazado por el Supervisor. El contratista elaborará una lista detallada donde conste la identificación de la máquina, número de serie, fabricante, año de fabricación, capacidad, potencia y estado de conservación; y luego será entregada al supervisor.

**- Medición:**

La movilización y desmovilización se medirá en forma global (Glb).

**- Pago:**

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

- ✓ 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total.
- ✓ El 50% restante de la movilización y desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

Ítem de pago	Unidad de pago
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	Global (Glb)

➤ **Trazo, nivelación y replanteo**

**- Descripción:**

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los

ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno.

El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- ✓ *Personal:* Se implementarán cuadrillas calificadas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras.
- ✓ *Equipo:* Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados.
- ✓ *Materiales:* Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas.

**- Consideraciones generales:**

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la Tabla de Tolerancias para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras.

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georreferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5 000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	±10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

- **Pago:**

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas por global al precio de contrato de la partida.

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de pago</b>
TRAZOM NIVELACIÓN Y REPLANTEO	Kilómetro (Km)

➤ **Mantenimiento de tránsito y seguridad**

- **Descripción:**

Las actividades que se especifican abarcan lo concerniente con el mantenimiento del tránsito en las áreas que se hallan en construcción durante el período de ejecución de obras. Los trabajos incluyen:

- ✓ La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad en la construcción.
- ✓ El control de emisión de polvo dentro del área del Proyecto.
- ✓ El mantenimiento de la circulación habitual de animales domésticos y silvestres cuando estuvieran afectadas por las obras.
- ✓ El transporte de personal a las zonas de ejecución de obras.

- **Consideraciones Generales:**

**Plan de mantenimiento de tránsito y seguridad vial**

Antes del inicio de las obras el Contratista presentará al Supervisor un “Plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial” (PMTS) para todo el período de ejecución de la obra y aplicable a cada una de las fases de construcción, el que será revisado y aprobado por escrito por el Supervisor.

El PMTS podrá ser ajustado, mejorado o reprogramado de acuerdo a las evaluaciones periódicas de su funcionamiento que efectuará el Supervisor.

El PMTS deberá abarcar los siguientes aspectos:

- ✓ **Transporte de personal:** El transporte de personal a las zonas en que se ejecutan las obras, será efectuado en ómnibus con

asientos y estado general en buen estado. Los horarios de transporte serán fijados por el Contratista, así como la cantidad de vehículos a utilizar en función al avance de las obras.

- ✓ **Período de Responsabilidad:** La responsabilidad del Contratista para el mantenimiento de tránsito y seguridad vial se inicia el día de la entrega del terreno al Contratista. El período de responsabilidad abarcará hasta el día de la entrega final de la obra al MTC.

**- Materiales:**

El Contratista después de aprobado el “PMTS” deberá instalar de acuerdo a su programa y de los frentes de trabajo, todas las señales y dispositivos necesarios en cada fase de obra y cuya cantidad no podrá ser menor en el momento de iniciar los trabajos a lo que se indica:

Señales Restrictivas	02 unid
Señales Preventivas	03 unid
Barreras o Tranqueras (pueden combinarse con barriles)	03 unid.
Conos de 70 cm. de alto	05 unid.
Lámparas Destellantes accionadas a batería o electricidad con sensores que los desconectan durante el día	03 unid.
Banderines	02 unid.
Señales Informativas	02 unid.
Chalecos de Seguridad, Silbatos	04 unid. c/u

**- Equipo:**

El Contratista propondrá los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, con la frecuencia que sea necesaria.

**- Medición:**

El Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial se medirá por mes.

**- Pago:**

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la partida.

Ítem de pago	Unidad de pago
MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL	Mes

➤ **Campamento provisional de obra**

- **Descripción:**

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

- **Materiales:**

Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán, de preferencia, desarmables y transportables.

- **Requerimientos de construcción:**

**Generalidades**

Los campamentos que cumplen con la finalidad de albergar al personal que labora en las obras, así como también para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales y que se emplean en la construcción de carreteras; casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos carteles, etc.

**Vías de acceso**

Las vías de acceso estarán dotadas de una adecuada señalización para indicar su ubicación y la circulación de equipos pesados.

**Instalaciones**

Instalar los servicios de agua, desagüe y electricidad necesarios para el normal funcionamiento de las construcciones provisionales. El campamento deberá disponer de instalaciones higiénicas destinadas al aseo del personal y cambio de ropa de trabajo. Éstas deberán contar con duchas, lavatorios sanitarios, y el suministro de agua potable, los cuales deberán instalarse en la proporción que se indica en la tabla, debiendo tener ambientes separados para hombres y mujeres.

<b>N° trabajadores</b>	<b>Inodoros</b>	<b>Lavatorios</b>	<b>Duchas</b>	<b>Urinario</b>
1- 15	2	2	2	2
16 - 24	4	4	3	4
25 - 49	6	5	4	6
Por cada 20 adicionales	2	1	2	2

### **Del personal de obra**

A excepción del personal autorizado de vigilancia, se prohibirá el porte y uso de armas de fuego en el área de trabajo. Se evitará que los trabajadores se movilicen fuera de las áreas de trabajo, sin la autorización del responsable del campamento.

### **Patio de máquinas**

Los patios de máquinas deberán tener señalización adecuada para indicar las vías de acceso, ubicación y la circulación de equipos pesados. El acceso a los patios de máquina y maestranzas deben estar independizados del acceso al campamento.

El abastecimiento de combustible deberá efectuarse de tal forma que se evite el derrame de hidrocarburos al suelo, ríos, quebradas, arroyos, etc.

### **Desmantelamiento**

Al concluir la obra, antes de desmantelar las construcciones provisionales, se debe considerar la posibilidad de donación del mismo a las comunidades que hubiere en la zona.

En el proceso de desmantelamiento, el contratista deberá hacer una demolición total de los pisos de concreto, paredes o cualquier otra construcción y trasladarlos a un lugar de disposición final de materiales excedentes. El área utilizada debe quedar totalmente limpia.

#### **- Aceptación de los trabajos:**

- ✓ Verificar que las áreas de dormitorio y servicios sean suficientes para albergar al personal de obra, así como las instalaciones sanitarias.
- ✓ Verificar el correcto funcionamiento de los servicios de abastecimiento de agua potable.
- ✓ Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje y desague del campamento, oficinas, patios de máquina, cocina y comedores.
- ✓ Verificar las condiciones higiénicas de mantenimiento, limpieza y orden de las instalaciones.

#### **- Medición:**

La unidad de medición será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

- **Pago:**

El pago para la instalación del campamento y obras provisionales, no será materia de pago directo. El contratista está obligado a suministrar todos los materiales, equipos, herramientas e instalaciones con las cantidades y calidad indicadas en el proyecto.

Ítem de pago	Unidad de pago
CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

**3.6.2. Movimiento de tierras**

➤ **Excavación de material suelto**

- **Descripción:**

Consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes clasificados como material suelto, roca suelta y roca fija requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos.

**Excavación para la explanación:**

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas.

**Excavación complementaria:**

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

**Excavación en zonas de préstamo:**

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes.

- **Clasificación:**



**Material suelto**

Se clasifica como material suelto a aquellos depósitos de tierra compactada y/o suelta, deshecho y otro material de fácil excavación que no requiere previamente ser aflojado mediante el uso moderado de explosivos. Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

**Roca suelta**

Se clasificará como roca suelta a aquellos depósitos de pizarras suaves, rocas descompuestas y cualquier otro material de difícil excavación que requiere previamente ser aflojado mediante el uso moderado de “explosivos”.

**Roca fija**

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

**- Materiales:**

Los materiales provenientes de la excavación para explanaciones se utilizarán, si reúne las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en el estudio de suelos o determinados por el Supervisor.

El transporte del material excavado, dentro de la distancia libre de acarreo (120 metros) no será sujeto de pago.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir el tránsito en la carretera o en zonas de acceso de importancia local.

**- Equipo:**

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

## - **Método de construcción**

### **Excavación**

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, cunetas y construcción de filtros de sub drenaje. Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos.

Los vehículos que se utilicen para transportar los explosivos deben observar las siguientes medidas de seguridad a fin de evitar consecuencias nefastas para la vida de los trabajadores y del público:

- ✓ Hallarse en perfectas condiciones de funcionamiento.
- ✓ Tener un piso compacto de madera o de un metal que no produzca chispas.
- ✓ Tener paredes bastante altas para impedir la caída de los explosivos.
- ✓ En el caso de transporte por carretera estar provistos de por lo menos dos extintores de incendios de tetracloruro de carbono.
- ✓ Llevar un banderín visible, un aviso u otra indicación que señale la índole de la carga.
- ✓ Los depósitos donde se guarden explosivos de manera permanente deberán:
  - ✓ Estar contruidos sólidamente y a prueba de balas y fuego.
  - ✓ Mantenerse limpios, secos, ventilados y frescos.
  - ✓ Tener cerraduras seguras y permanecer cerrados con llave la cual solo tendrán acceso el personal autorizado y capacitado.
  - ✓ Solo utilizar material de alumbrado eléctrico de tipo antideflagrante.

### **Taludes**

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

### **Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes**

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Supervisor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes.

### **Excavación en zonas de préstamo**

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Supervisor, se obtendrán mediante el ensanche adecuado de las excavaciones del proyecto o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Supervisor.

Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra.

### **Manejo del agua superficial**

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

### **Limpieza final**

Al terminar los trabajos de excavación, el Contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

#### **- Aceptación de los trabajos:**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- ✓ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- ✓ Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- ✓ Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica
- **Medición:**  
La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>)
- **Pago:**  
El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

Ítem de pago	Unidad de Pago
EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
EXCAVACIÓN EN ROCA FRACTURADA (SUELTA)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
EXCAVACIÓN EN ROCA FIJA	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

➤ **Relleno con material propio**

- **Descripción:**  
Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y sub-drenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor. En los terraplenes se distinguirán tres partes:
  - ✓ Base, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
  - ✓ Cuerpo, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
  - ✓ Corona (capa subrasante), formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30

cm), salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente.

**- Materiales:**

Todos los materiales que se empleen en la construcción de los rellenos o terraplenes se hará con material propio, excedente de corte o transportado de cantera, debiendo ser de tipo granular clasificado como suelos tipo: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3, deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales.

**Material propio:** Se denomina relleno con material propio al proveniente de los cortes, el cual a medida que se vaya extrayendo, puede ser colocado como relleno de terraplén hasta una distancia de 120 metros del lugar donde han sido extraídos. El material de relleno será acarreado con cargador frontal y no se pagará transporte.

**Material excedente corte:** Se denomina relleno con material excedente de corte al proveniente de los cortes ejecutados, que serían utilizados para conformar terraplenes fuera de la distancia de libre de pago (120 metros).

**Material de cantera:** Es proveniente de los cortes ejecutados en canteras seleccionadas para este uso (rellenos).

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir estos requisitos:

**Requisitos de los Materiales**

Condición	Partes del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	.-
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- ✓ Desgaste de los Ángeles : 60% máx. (MTC E 207)
- ✓ Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3

- **Equipo**

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor.

- **Método de construcción:**

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Supervisor y aprobados por éste. El espesor propuesto deberá ser el máximo que se utilice en obra, el cual en ningún caso debe exceder de trescientos milímetros (300mm).

- **Preparación del terreno**

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), aun cuando se deba construir sobre un afirmado.

**Base y cuerpo del terraplén**

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes.

El espesor de las capas de terraplén será definido por el Contratista con base en la metodología de trabajo y equipo. **Corona del terraplén**

Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona de los terraplenes deberá tener un espesor compacto mínimo de treinta centímetros (30 cm) construidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán utilizando suelos de corte propio, excedente de corte o de cantera, que cumplan con los requisitos de Materiales, se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente hasta obtener los niveles necesarios.

### **Acabado**

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

### **Estabilidad**

El Contratista responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio del Supervisor, haya sido mal construido por descuido o error atribuible a aquel.

## **- Aceptación de los trabajos**

### **Controles**

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en las presentes especificaciones.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

### **Calidad del producto terminado**

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas.

- Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.
- La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.
- No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

**Compactación**

Las densidades individuales del tramo (Di) deberán ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo Próctor modificado de referencia (De) para la base y cuerpo del terraplén y el noventa y cinco por ciento (95) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

La humedad del trabajo no debe variar en  $\pm 2\%$  respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado. El incumplimiento de estos requisitos originará el rechazo del tramo.

**- Medición:**

La unidad de medida de relleno con material propio es metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

**- Pago:**

El trabajo de relleno con material propio se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

Ítem de pago	Unidad de Pago
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

➤ **Perfilado y compactación sub rasante**

**- Descripción:**

El trabajo comprende el conjunto de actividades de escarificado, perfilado, nivelación y compactación de la sub-rasante en zonas de corte comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera.

**- Equipo:**

El Contratista propondrá, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo.



- **Método de construcción:**

Antes de iniciar el perfilado en zonas de corte se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación no clasificada para explanaciones.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en las presentes especificaciones.

**Aceptación de los trabajos:**

- ✓ Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- ✓ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas.
- ✓ Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- ✓ Verificar la compactación de la subrasante.

- **Compactación:**

Se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- ✓ La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de seis (6) determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una (1) cada 250 m, (2) de plataforma terminada y compactada.
- ✓ Las densidades individuales del lote ( $D_i$ ) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo

- **Medición:**

La unidad de medición será en metros cuadrados ( $m^2$ )

- **Pago:**

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado ( $m^2$ ).

Ítem de pago	Unidad de Pago
PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	Metro cuadrados (m <sup>2</sup> )

➤ **DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO**

- **Descripción:**

La partida está referida al desbroce y limpieza de malezas y pequeños arbustos, que puedan impedir la fácil operación y construcción de las obras, así como que dificulten los trabajos de trazo, replanteo y nivelación.

Los terrenos sobre los que se coloquen mampostería o revestimiento serán previamente emparejados, retirándose todo material removido débil, humedeciéndose suficientemente en el caso de que se tenga que vaciar mezcla.

- **Medición:**

Este trabajo será medido por metro cuadrado (M2) de terreno trabajado.

- **Pago:**

El pago se hará en metros cuadrados (M2) entendiéndose que dicho precio y pago constituirá la compensación total por la mano de obra, materiales, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para la ejecución de la partida indicada en el presupuesto.

Ítem de pago	Unidad de Pago
DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	Hectáreas (HA)

**3.6.3. Afirmado**

➤ **Sub base con afirmado e=0.15m**

- **Descripción:**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie

preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

**- Materiales:**

Para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Para el traslado del material de afirmado al lugar de obra, deberá humedecerse y cubrirse con lona para evitar emisiones de material particulado.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas, según lo indicado en la Tabla.

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1 1/2")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (3/4")	65-100	80-100				
9,5 mm (3/8")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 pm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 pm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

Desgaste Los Ángeles:	50%	máx.	(MTC E 207)
Límite Líquido:	35%	máx.	(MTC E 110)
Índice de Plasticidad:	4-9%		(MTC E 111)
CBR:	40%	mín.	(MTC E 132)

## ➤ **Equipo**

### **Preparación de la superficie existente**

El material de afirmado se descargará cuando se compruebe que la plataforma sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos.

### **Transporte y colocación del material**

El Contratista deberá transportar y depositar el material de modo, que no se produzca segregación, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar, ni cause daño a las poblaciones aledañas.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase los 1.500 m del lugar de los trabajos de mezcla, conformación y compactación del material.

### **Extensión, mezcla y conformación del material**

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si es necesario construir combinando varios materiales, se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se unirán para lograr su mezclado. Si fuere necesario humedecer o airear el material, para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.

### **Compactación**

Cuando el material tenga la humedad apropiada, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. En áreas inaccesibles a los rodillos, se usarán apisonadores mecánicos hasta lograr la densidad requerida.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, trasladando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

➤ **Aceptación de los trabajos:**

**Calidad de los materiales**

De cada procedencia de los materiales a utilizarse y para cualquier volumen previsto se tomarán, cuatro muestras para los ensayos y frecuencias.

**Ensayos y Frecuencias**

<b>Material o producto</b>	<b>Propiedades y Características</b>	<b>Método de ensayo</b>	<b>Norma ASTM</b>	<b>Norma AASHTO</b>	<b>Frecuencia (1)</b>	<b>Lugar de muestreo</b>
Afirmado	Granulometría	MTC E 204	C 136	T27	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera(2)
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T89	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera(2)
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T96	1 cada 2.000 m <sup>3</sup>	Cantera(2)
	CBR	MTC E 132	D 1883	T193	1 cada 2.000 m <sup>3</sup>	Cantera(2)
	Densidad-Humedad	MTC E 115	D 1557	T180	1 cada 750 m <sup>2</sup>	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T191 T238	1 cada 250 m <sup>2</sup>	Pista

**Compactación**

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidad.

Las densidades individuales (D<sub>i</sub>) deberán ser, como mínimo el 100% de la densidad obtenida en el ensayo Próctor Modificado de referencia (MTC E 115).

La humedad de trabajo no debe variar en  $\pm 2,0\%$  con respecto del Óptimo Contenido de Humedad, obtenido con el Próctor Modificado. En caso de no cumplirse estos términos se rechazará el tramo.

➤ **Medición:**

La unidad de medida del afirmado es metros cúbicos ( $m^3$ ).

➤ **Pago:**

El trabajo de afirmado se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico ( $m^3$ ).

Ítem de pago	Unidad de Pago
AFIRMADO	Metro cúbico ( $m^3$ )

### 3.6.4. Pavimentos

➤ **Base granular e=0.27m**

- **Descripción:**

Consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular sobre una Subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme a lo señalado en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

- **Materiales:**

**Agregado Grueso**

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

**Agregado Fino**

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

- **Requerimientos de Construcción:**

**Exploración de materiales y elaboración de agregados**

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Para otros tipos de vías será optativo del Contratista los procedimientos para elaborar las mezclas de agregados para base granular.

### **Preparación de la superficie existente**

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias a satisfacción del Supervisor.

### **Extensión y mezcla del material**

Para vías distintas a las de Primer Orden, el material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

#### **- Calidad del producto terminado**

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien,

además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

### **Compactación**

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por cientos (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De)

La humedad de trabajo no debe variar en  $\pm 1.5$  % respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado. En caso de no cumplirse estos requisitos se rechazará el tramo.

### **Espesor**

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed) más o menos 10 milímetros ( $\pm 10$  mm).

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

### **Lisura**

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm) para cualquier punto.

### **- Medición:**

La unidad de medida de la base granular es metros cúbicos (m<sup>3</sup>).



- **Pago:**

El trabajo de base granular se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
BASE GRANULAR E = 0.18 M	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

➤ **Imprimación bituminosa**

- **Descripción:**

Bajo este ítem, el Contratista debe suministrar y aplicar material bituminoso a la base granular de la carretera, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base granular, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.

- **Materiales:**

Se empleará cualquiera de los siguientes materiales bituminosos:

- a. Asfalto Cut-Back grado MC-30 o MC-70, que cumpla los requisitos de calidad especificados por la norma ASTM D-2027 (tipo de curado medio)
- b. Asfalto Cut-Back, grado RC-250, de acuerdo a los requisitos de calidad especificados por la ASTM D-2028 (tipo curado rápido), mezclado en proporción adecuada con kerosene industrial, que permita obtener viscosidades de tipo Cut-Back de curado medio para fines de imprimación.

Los materiales bituminosos deben cumplir los requisitos de calidad que se indican en las tablas siguientes.

### Requisitos de Material Bituminoso Diluido de Curado Medio

Características	Ensayo	MC-30		MC-70	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm <sup>2</sup> /s	MTC E 301	30	60	70	140
Punto de Inflamación (TAG, Copa abierta) °C	MTC E 312	38		38	
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, %Vol	MTC E 313				
➤ □A 190°C			25	0	20
➤ □A 225°C		40	70	20	60
➤ □A 260°C		75	93	65	90
Residuo de la destilación a 315°C		50		55	
Pruebas sobre el residuo de la destilación					
➤ Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm.	MTC E 306	100	-	100	
➤ Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	120	250	120	250
➤ Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		30	120	30	120
➤ Solubilidad en tricloetileno, %	MTC E 302	99		99	
Contenido de agua, % del volumen		-	0,2	-	0,2

(\*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad.

### Requisitos de Material Bituminoso Diluido para Curado Rápido (AASHTO M-81)

Características	Ensayo	RC-250	
		Min.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm <sup>2</sup> /s	MTC E 301	250	500
Punto de Inflamación (TAG, Copa abierta) °C	MTC E 312	27	-
Destilación, Vol. Total destilado hasta 60°C, %Vol.	MTC E 313		
A190°C		-	-
A 225°C		35	-
A 260°C		60	-
A 316°C		80	-
Residuo de la destilación a 360°C		65	-
Pruebas sobre el residuo de la destilación			
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm.	MTC E 306	100	-
Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	80	120
Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		60	240
Solubilidad en tricloetileno, %	MTC E 302	99	-
Contenido de agua, % del volumen		-	0.2

(\*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad.

El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características. La cantidad por m<sup>2</sup> de material bituminoso, debe estar comprendida entre 0.7 -1.5 lt/m<sup>2</sup> para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm por lo menos, verificándose esto cada 25m.

- **Equipo**

El equipo para la colocación de la capa de imprimación, debe incluir una barredora giratoria u otro tipo de barredora mecánica y/o compresora, un ventilador de aire mecánico (aire o presión), una unidad calentadora para el material bituminoso y un distribuidor a presión.

- a. Las escobillas barredoras giratorias deben ser construidas de tal manera que permitan que las revoluciones de la escobilla sean reguladas con relación al progreso de la operación, debe permitir el ajuste y mantenimiento de la escobilla con relación al barrido de la superficie y debe tener elementos que sean lo suficientemente rígidos para limpiar la superficie sin cortarla. Las escobillas mecánicas deben ser construidas de tal manera. Que ejecuten la operación de limpieza en forma aceptable, sin cortar, rayar o dañar de alguna manera la superficie.
- b. El ventilador mecánico debe estar montado sobre llantas neumáticas, debe ser capaz de ser ajustado de manera que limpie sin llegar a cortar la superficie y debe ser construido de tal manera que sople el polvo del centro de la carretera hacia el lado de afuera.
- c. El equipo calentador del material bituminoso debe ser de capacidad adecuada como para calentar el material en forma apropiada por medio de la circulación de vapor de agua o aceite a través de serpentines en un ataque o haciendo circular material bituminoso alrededor de un sistema de serpentines pre-calentador, o haciendo circular dicho material bituminoso a través de un sistema de serpentines o cañerías encerradas en un recinto de calefacción.
- d. Los distribuidores a presión usados para aplicar el material bituminoso, lo mismo que los tanques del almacenamiento, deben estar montados en camiones o tramares en buen estado, equipados con llantas neumáticas, diseñadas de tal manera que no dejen huellas o dañen de cualquier otra manera la superficie del camino. Los camiones deberán tener suficiente potencia, como para mantener la velocidad deseada durante la operación

El sistema de bomba de distribución y la unidad matriz deben tener una capacidad de menor de 250 galones por minuto, deberán estar equipados con un conducto de desvío hacia el tanque de suministro y deben ser capaces de distribuir un flujo uniforme y constante del material bituminoso a través de las boquillas y suficiente presión que asegure una aplicación uniforme.

La totalidad del distribuidor debe ser de construcción tal y operada de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso, con una presión de 0.02 galones por metro cuadrado dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.06 a 2.40 por metro cuadrado.

Se deberá proveer medios adecuados para iniciar la temperatura del material, con el termómetro colocado de tal manera que no entre en contacto en el tubo calentador.

Previamente a la iniciación de este tipo de tarea, el Contratista, conjuntamente con el supervisor, procederán calibrar el tanque del equipo distribuidor del tanque del equipo distribuidor de asfalto diluido.

- **Método de construcción:**

**Clima**

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 10°C y la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión de la Supervisión, se vean favorables (no lluviosos, ni muy nublado).

**Preparación de la superficie**

La superficie de la base que debe ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino deben ser removidas por medio de la cuchilla niveladora o con una ligera escarificación. Cuando lo autorice el Supervisor, la superficie

preparada puede ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

### **Aplicación de la capa de imprimación**

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Contratista dispondrá de cartones o papel grueso que acomodará en la Base antes de imprimir, para evitar la superposición de riegos, sobre un área ya imprimada, al accionar la llave de riego debiendo existir un empalme exacto. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por el Supervisor.

**Rangos de Temperatura de Aplicación (°C)**

<b>Tipo y Grado del Asfalto</b>	<b>Rangos de Temperatura en Esparcido o Riego</b>
<b>Asfaltos Diluidos:</b>	
MC-30	30-(1)
RC-70 o MC-70	50-(1)
RC-250 o MC-250	75-(1)

(1) Máxima temperatura en la que no ocurre vapores o espuma

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. El Contratista debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios. Alguna área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera conectada al distribuidor.

Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado (4 días aprox.). Después que se haya aplicado el asfalto deberán transcurrir un mínimo de 24 horas, antes que se aplique la arena de recubrimiento, cuando esta se necesite para absorber probables excesos en el riego asfáltico.

### **Apertura del tráfico y mantenimiento**

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

#### **- Aceptación de los trabajos:**

##### **Controles**

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el Supervisor considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos.
- Realizar las medidas necesarias para comprobar la uniformidad de la superficie.

##### **Calidad del material asfáltico**

A la llegada de cada camión termo tanque con emulsión asfáltica para el riego, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en las presentes especificaciones.

#### **- Medición:**

La imprimación bituminosa, se medirá en metros cuadrado (m<sup>2</sup>).

#### **- Pago:**

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

Ítem de pago	Unidad de Pago
IMPRIMACIÓN BITUMINOSA	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

➤ **Tratamiento superficial bicapa**

- **Descripción:**

Este trabajo consiste en la ejecución de capas múltiples (doble) de tratamiento asfáltico de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicadas en los planos y documentos del proyecto o determinados por el Supervisor.

El tratamiento de superficie asfáltica doble, comprende en la aplicación inicial de un revestimiento de imprimación, y una doble capa de un revestimiento de liga y un revestimiento de agregado pétreo.

- **Materiales:**

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

**Agregados Pétreos**

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad siguientes:

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con Una cara fracturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas Chatas y alargadas (MTC E-221)	15% máx
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (MTC E 519)	+95
Terrones de Arcilla y Partículas Friables (MTC E212)	3% máx.
Sales solubles Totales (MTC E 219)	0.5% máx.

Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, que se ajustará a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla especificada:

### Rangos de Gradación para Tratamientos Superficiales

Tamiz	Porcentaje que pasa			
	Tipo de Material			
	A	B	C	D
25.0 mm. (1")	100	-	-	-
19.0 mm. (3/4")	90 – 100	100	-	-
12.5 mm. (1/2")	10 – 45	90 – 100	100	-
9.5 mm. (3/8")	0 – 15	20 – 55	90 – 100	100
6.3 mm. (1/4")	-	0 – 15	10 – 40	90 – 100
4.75 mm. (N° 4)	0 – 5	-	0 – 15	20 – 55
2.36 mm. (N° 8)	-	0 – 5	0 – 5	0 – 15
1.18 mm. (N° 16)	-	-	-	0 – 5

### Material Bituminoso

El material bituminoso a ser aplicado de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos del proyecto, podrá ser:

### Cemento Asfáltico

#### Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Penetración

Características	Ensayo	Grado de Penetración							
		40 - 50		60 - 70		85 - 100		120 - 150	
		Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Penetración 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150
Punto de Inflamación COC, °C	MTC E 312	232	-	232	-	232	-	218	-
Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm	MTC E 306	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	MTC E 302	99	-	99	-	99	-	99	-
Susceptibilidad Térmica Ensayo de Película Delgada en Horno, 3.2 mm, 163°C, 5 hrs	MTC E 316								
➤ Pérdida de masa, %		-	0.8	-	0.8	-	1.0	-	1.5
➤ Penetración del residuo, % de la penetración origina.	MTC E 304	55	-	52	-	47	-	42	-
➤ Ductilidad del residuo, 25°C, 5cm/min, cm.	MTC E 306	-	-	50	-	75	-	100	-
Índice de Susceptibilidad térmica		-1.0	+1.0	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0
Ensayo de la Mancha con solvente Heptano – Xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	



**Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Viscosidad**

Características	Ensayo	Grado de Viscosidad			
		AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta 60°C, Pa.s (Poisés)	MTC E 308	50±5 (500±100)	100±20 (1000±200)	200±40 (2000±400)	400±80 (4000±800)
Viscosidad Cinemática, 135°C mm <sup>2</sup> /s, mínimo	MTC E 301	100	150	210	300
Penetración 25°C, 100 gr. 5s mínimo	MTC E 304	120	70	40	20
Punto de Inflamación COC, °C, mínimo	MTC E 303	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno % masa, mínimo	MTC E 302	99	99	99	99
Susceptibilidad Térmica Ensayo de Película Delgada en Horno	MTC E 316				
> □ Viscosidad Absoluta, 60°C, Pa.s (Poisés) máximo	MTC E 304	200 (2000)	400 (4000)	800 (8000)	1600 (16000)
> □ □ Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm. Mínimo	MTC E 306	100	50	20	10
Ensayo de la mancha con solvente Heptano-xileno (opcional)	MTC E 314	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

**Requisitos de Material Bituminoso Diluido para Curado Rápido  
(AASHTO M-81)**

Características	Ensayo	RC-70		RC-250		RC-800	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm <sup>2</sup> /s	MTC E 301	70	140	250	500	800	1600
Punto de Inflamación (TAG, Copa abierta) °C	MTC E 312	-	-	27	-	27	-
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, %Vol.	MTC E 313	10	-	-	35	-	-
A 190°C		50	70	-	60	-	15
A 225°C		85	-	-	80	-	45
A 260°C		-	-	-	-	-	75
A 316°C		-	-	-	-	-	-
Residuo de la destilación a 360°C		55		65	-	75	-

**Asfalto Diluido**

**Requisitos de Material Bituminoso Diluido de Curado Medio**

Características	Ensayo	MC-30		MC-70		MC-250	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm <sup>2</sup> /s	MTC E 301	30	60	70	140	250	500
Punto de Inflamación (TAG, Copa abierta) °C	MTC E 312	38		38		66	
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, %Vol.	MTC E 313						
> □ A 190°C			25	0	20	0	10
> □ A 225°C		40	70	20	60	15	65
> □ A 260°C		75	93	65	90	60	87
> □ A 315°C							
Residuo de la destilación a 315°C		50		55		67	
Pruebas sobre el residuo de la destilación	MTC E 306	100	250 120	100		100	-
> □ □ Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm. Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	120		120	250	120	250
> □ □ Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s	MTC E 302	30		30	120	30	120
> □ □ Solubilidad en tricloroetileno, %		99		99		99	
Contenido de agua, % del volumen		-	0,2	-	0,2	-	0,2

(\*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad.

Características	Ensayo	RC-70		RC-250		RC-800	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Pruebas sobre el residuo de la destilación □Ductilidad a 25°C, 5 Cm/min., cm. Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*) □Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s □Solubilidad en tricloroetileno, %	MTC E 306						
	MTC E 304	100	-	100	-	100	-
		80	120	80	120	80	120
	MTC E 302	60	240	60	240	60	240
Contenido de agua, % del volumen		-	0.2	-	0.2	-	0.2

(\*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad.

#### Rangos de Temperatura de Aplicación (°C)

Tipo y Grado del Asfalto	Rangos de Temperatura	
	En Esparcido o Riego	En Mezclas Asfálticas (1)
<b>Asfaltos Diluidos:</b>		
MC-30	30-(2)	-
RC-70 o MC-70	50-(2)	-
RC-250 o MC-250	75-(2)	60-80(3)
RC-800 o MC-800	95-(2)	75-100(3)
<b>Cemento Asfáltico</b>		
Todos los grados	140 máx (4)	140 máx (4)

- (1) Temperatura de mezcla inmediatamente después de preparada.
- (2) Máxima temperatura en la que no ocurre vapores o espuma.
- (3) Temperatura en la que puede ocurrir inflamación. Se deben tomar precauciones para prevenir fuego o explosiones.
- (4) Se podrá elevar esta temperatura de acuerdo a las cartas temperatura-viscosidad del fabricante.

El material bituminoso de acuerdo a la aplicación y al tipo de tratamiento establecido será distribuido dentro de los rangos de temperatura determinados en la carta viscosidad – temperatura.

#### - **Equipo:**

Se requieren, básicamente, equipos para la explotación de agregados, una planta de trituración y clasificación de agregados, equipo para la limpieza de la superficie, distribuidor del material bituminoso, esparcidor de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.

#### **Equipo para la elaboración y clasificación de agregados triturados**

La planta de trituración estará provista de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; deberá incluir también una clasificadora y un

equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

### **Equipo para la aplicación del ligante bituminoso**

Para los trabajos de aplicación de ligante requieren elementos mecánicos de limpieza y carrotanques irrigadores de asfalto.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Supervisor autorice.

El carrotanque imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), o pies por segundo (pie/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

### **Equipo para la extensión del agregado pétreo**

Se emplearán distribuidoras de agregados autopropulsadas o extendedoras mecánicas acopladas a volquetes, que sean aprobados por el Supervisor y garanticen un esparcido uniforme del agregado.

### **Equipo de compactación**

Se emplearán rodillos neumáticos de un peso superior a cinco toneladas (5 t). Sólo podrán emplearse rodillos metálicos lisos si, a juicio del Supervisor, su acción no produce fractura de los agregados pétreos. El

ancho mínimo compactado por el rodillo neumático será de 1.5 m. y la mínima presión de contacto de los neumáticos con el suelo será de 550 KPa.

### **Preparación de la Superficie Existente**

La construcción del tratamiento no se iniciará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar, tenga la compactación y densidad adecuada, las cotas y dimensiones indicadas en los planos o definidos por el Supervisor. Antes de la construcción del tratamiento se efectuará una imprimación previa de la superficie. No se permitirá la construcción del tratamiento mientras el riego de imprimación no haya completado su curado y, en ningún caso, antes de veinticuatro horas (24 h), transcurridas desde su aplicación. En el momento de aplicar el ligante bituminoso, la superficie deberá estar seca y libre de cualquier sustancia que resulte objetable, a juicio del Supervisor.

### **Aplicación del Ligante Bituminoso**

Antes de la aplicación del ligante bituminoso se marcará una línea guía en la calzada para controlar el paso del distribuidor y se señalará la longitud de la carretera que quedará cubierta, de acuerdo con la cantidad de material bituminoso disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.

Al comienzo de cada jornada de trabajo se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución deberán limpiarse al final de la jornada.

### **Extensión y compactación del agregado pétreo**

La extensión del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad aprobada por el Supervisor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir.

Cuando el material bituminoso se aplique por franjas, el agregado se esparcirá de forma que quede sin cubrir una banda de quince a veinte

centímetros (15 cm - 20 cm) de la zona tratada, aledaña a la zona que aún no ha recibido el riego, con el objeto de completar en dicha banda la dosificación prevista del ligante al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Las operaciones de compactación se realizarán con el rodillo neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. La compactación continuará hasta obtener una superficie lisa y estable en un tiempo máximo de treinta (30) minutos, contado desde el inicio de la extensión del agregado pétreo. En ningún caso se aceptará menos de tres pasadas completas del rodillo.

#### **Aplicación del Ligante Bituminoso en tratamientos múltiples**

Las siguientes capas del ligante bituminoso para tratamientos múltiples serán aplicadas en la cantidad y temperaturas indicadas en el proyecto y aprobado por el Supervisor. Cada capa sucesiva se aplicará dentro de las 24 horas siguientes a la construcción de la capa anterior.

El ancho de franja en que se aplique cada riego debe variar en relación con el empleado en el anterior en unos veinte centímetros (20 cm.), en más o menos, con el fin de impedir que la junta de construcción longitudinal se superponga con la de la anterior capa, para obtener una superficie uniforme.

#### **Extensión y Compactación del agregado pétreo en tratamientos múltiples**

La extensión se realizará en la cantidad indicada en el Proyecto y aprobado por el Supervisor. En la capa final de superficie de un tratamiento múltiple y según lo ordene el Supervisor puede utilizarse un rodillo liso cilíndrico metálico para mejorar la apariencia de la capa final y su transitabilidad.

#### **- Dosificación del Tratamiento Superficial:**

##### **Tratamiento Superficial Simple (TS)**

La tasa de aplicación de material bituminoso y agregado pétreo serán las que se determinen de acuerdo a diseño.

En la tabla siguiente se dan cantidades aproximadas de los materiales, que deben ser ajustados para las condiciones locales de cada proyecto:

### Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple (TS)

Secuencia de Operaciones	Tipo de Tratamiento (1)	
	TS1	TS2
Aplicación de material bituminoso (L/m <sup>2</sup> ):		
• Emulsión Asfáltica	1.5 – 1.7	1.0 – 1.25
• Cemento Asfáltico o Asfalto Diluido	1.0 – 1.2	0.8 – 1.0
Distribución de agregado (2) (Kg/m <sup>2</sup> )	14.0 – 16.0	10.0 – 12.0
Gradación del agregado pétreo	B	C

### Tratamiento Superficial Múltiple (TM)

Consiste en la aplicación de dos o más capas de ligante bituminoso y agregados pétreos, cada una de las cuales debe estar indicado en los documentos del proyecto.

Las cantidades aproximadas de materiales a utilizar se dan en las siguientes tablas, las que deben ser ajustadas para las condiciones locales de cada proyecto y aprobadas por el Supervisor antes de su aplicación, de acuerdo a la secuencia de operaciones.

### Cantidades aproximadas de materiales para Tratamiento Superficial Múltiple (TMA) (Usando cemento asfáltico o asfalto diluido)

Secuencia de Operaciones (1)	Tipo de Tratamiento			
	TMA1	TMA2	TMA3	TMA4
<u>Primera Capa</u> Aplicar material asfáltico (L/m <sup>2</sup> ) Distribución agregados: (kg/m <sup>2</sup> ) (2) Gradación C Gradación B Gradación A	1.0 – 1.2  11 - 13	1.2 – 1.5  17 - 19	0.7 – 1.0  19 – 21	1.3 – 1.5  25 – 27
<u>Segunda Capa</u> Aplicar material asfáltico (L/m <sup>2</sup> ) Distribución agregados: (kg/m <sup>2</sup> ) (2) Gradación D Gradación C	0.5 – 0.6  4 - 6	1.0 – 1.2  6 - 8	1.2 – 1.4  5 - 7	1.5 – 1.7  9 - 11
<u>Tercera Capa</u> Aplicar material asfáltico (L/m <sup>2</sup> ) Distribución agregados: (kg/m <sup>2</sup> ) (2) Gradación D		0.5 – 0.7  3 - 5		0.9 – 1.1  5 - 7

### Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

Una vez terminada la compactación de cada capa, se barrerá la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie.

### **Apertura al tránsito**

Siempre que sea posible, deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 Km/h). Durante los 45 minutos iniciales después de concluida la compactación, la velocidad no debe ser mayor de quince kilómetros por hora (15 Km/h).

#### **- Aceptación de los Trabajos:**

##### **Controles**

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Ejecutor.
- ✓ Verificar que las plantas de asfalto y de trituración estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el Supervisor considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- ✓ Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad
- ✓ Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- ✓ Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas (los requisitos de temperatura son aplicables sólo a las mezclas elaboradas en caliente).
- ✓ Efectuar ensayos de control de mezcla, extracción de asfalto y granulometría en lechadas asfálticas.

- ✓ Ejecutar ensayos para verificar las dosificaciones de agregados y ligante en tratamientos superficiales, así como la granulometría de aquellos.
  - ✓ Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones de ligante en riegos de liga e imprimaciones.
  - ✓ Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas o lechadas asfálticas durante el período de ejecución de las obras.
  - ✓ Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
  - ✓ Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.
- **Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

**Calidad del Material Bituminoso**

- ✓ Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termotanque, la curva viscosidad - temperatura y el grado de penetración del material. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el Ejecutor o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.
- ✓ Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de material incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción

**Calidad de los agregados**

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinará:

- ✓ El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo MTC E 207.
- ✓ Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- ✓ La adherencia, ensayo MTC E 519.
- ✓ Partículas Chatas y Alargadas MTC E 221

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista,



presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

### **Calidad del producto terminado**

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas.

**- Medición:**

El tratamiento superficial bicapa en la superficie de rodadura y bermas se medirá en metros cuadrado (m<sup>2</sup>).

**- Pago:**

El pago se efectuará al precio unitario del presupuesto por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BI CAPA	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

### **3.6.5. Obras de arte y drenaje**

➤ **Cunetas**

✓ **Revestimiento de mampostería e=0.10m 1:4 + 35% PM**

**- Descripción:**

Este trabajo consiste en el acondicionamiento del terreno de las cunetas y su recubrimiento con concreto, para evitar filtraciones y facilitar el escurrimiento de las aguas, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

**- Materiales:**

Los materiales para las cunetas revestidas deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

**a. Concreto**

El concreto será de la clase definida en el Proyecto o aprobado por el Supervisor.

**b. Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie**

Todos los materiales de relleno requeridos para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de

los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

**c. Sellante para juntas**

Para el sello de las juntas se empleará material asfáltico o pre moldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

**d. Traslado de concreto y material de relleno**

Desde la zona de préstamo al lugar de las obras, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables.

**- Equipo:**

Se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, carga y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

**- Requerimientos de construcción:**

**Acondicionamiento de la cuneta en tierra**

El Contratista deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en el Proyecto.

**Colocación de encofrados**

Acondionadas las cunetas en tierra, el Contratista instalará los encofrados de manera que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en el Proyecto o aprobados por el Supervisor.

**Elaboración del concreto**

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla.

**Construcción de la cuneta**

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se procederá

a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma.

Durante la construcción, se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que indiquen el Proyecto o apruebe el Supervisor.

**- Aceptación de los trabajos:**

**Criterios**

**a. Controles**

El Supervisor deberá exigir que las cunetas en tierra queden correctamente acondicionadas, antes de colocar el encofrado y vaciar el concreto.

**- Medición:**

La unidad de medida será el metro lineal (m).

**- Pago:**

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
REVESTIMIENTO DE MAPOSTERIA EN CUNETAS e=0.10m	Metro cuadrado (m)

➤ **Alcantarilla TMC**

✓ **Trazo y replanteo de alcantarillas**

Similar a “Trazo, nivelación y replanteo”.

✓ **Excavación de alcantarillas**

**- Descripción:**

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, alcantarillas de TMC y de marco, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras de arte: comprende, además, el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así

como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

- **Equipo:**

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

- **Método de construcción:**

Se excavarán zanjas y las fosas para estructuras o bases de estructuras de acuerdo a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Supervisor. Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones. Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse a mano y en lo posible, inmediatamente antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

**Uso de Explosivos**

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor.

**Utilización de los materiales excavados**

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior alrededor de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin.

Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar. Se medirán los volúmenes de las excavaciones para

ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

- **Aceptación de los trabajos**

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- ✓ Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según lo indicado en la presente especificación, referente a Método de Construcción.
- ✓ Medir los volúmenes de las excavaciones.
- ✓ Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en la presente especificación.

- **Medición:**

La excavación para estructuras se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

- **Pago:**

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al Precio Unitario del contrato por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

Ítem de pago	Unidad de Pago
EXCAVACIÓN DE ALCANTARILLAS	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

✓ **Cama de arena e=0.10m**

- **Descripción:**

De acuerdo al tipo de terreno, los materiales de la cama de apoyo que deberá colocarse en el fondo de la zanja serán:

- a. En terrenos normales y semirocosos Será específicamente de material proveniente de la excavación zarandeado, que cumpla con las características exigidas como material selecto a excepción de su granulometría. Tendrá un espesor no menor de 0.1m debidamente compactado, medida desde la parte baja del cuerpo del tubo; siempre y cuando cumpla también con la condición de espaciamiento de 0.05 m que

debe existir entre la pared exterior de la unión del tubo y el fondo de la zanja excavada.

- b. En terreno rocoso Será del mismo material y condición del inciso, pero con un espesor no menor de 0.15m.
- c. En terreno inestable (arcillas expansivas, limo, etc.)

La cama se ejecuta de acuerdo a las recomendaciones del Supervisor.

- **Medición**

Se medirá contabilizando la cantidad de metros lineales de cama de apoyo que se instalará en el sistema.

- **Unidad de medida:**

Unidad de medida. - metros lineales (M)

- **Pago:**

Se pagará de acuerdo al avance en los periodos por valorizar, el precio de la partida incluye la mano de obra, herramientas y todo lo necesario para la buena.

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
EXCAVACIÓN DE ALCANTARILLAS	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

✓ **Relleno con material propio**

- **Descripción:**

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas de cualquier tipo, previa la ejecución de las obras de drenaje y sub-drenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el Supervisor.

- **Material:**

Para el traslado de materiales es necesario humedecerlo adecuadamente y cubrirlo con una lona para evitar emisiones de material particulado y evitar afectar a los trabajadores y

poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

- **Equipo:**

Se deberá disponer de los equipos necesarios para extracción, apilamiento, carguío en el área de explotación y/o planta, chancado, carguío para transporte a obra, transporte de agregados a obra, extensión, humedecimiento y compactación del Relleno para estructuras.

- **Proceso de Construcción:**

El Supervisor exigirá al Contratista que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución entre las actividades de apertura de la zanja y de construcción del Relleno, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán el Relleno, deberán contar con la aprobación del Supervisor. El Contratista deberá notificar al Supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después que el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia.

**Extensión y compactación del material**

Los materiales de relleno, se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa.

### **Acabado**

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

### **- Aceptación de los Trabajos:**

#### **Controles**

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Subsección 605.02 de esta Sección.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada.



- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.

**Calidad del producto terminado**

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista. La cota de cualquier punto de la última capa de relleno, no deberá variar más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

**- Medición:**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**- Pago:**

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por (m<sup>3</sup>).

Ítem de pago	Unidad de Pago
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

✓ **Alcantarilla TMC**

**- Descripción:**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos. Comprende también la construcción del solado a lo largo de la tubería; las conexiones de ésta a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

**- Materiales:**

**Tubería metálica corrugada (TMC)**

Se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería hermética, de fácil armado; su sección puede ser circular, elíptica, abovedada o de arco.

Tubos conformados estructuralmente de planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente.

Para los tubos, circulares y/o abovedados y sus accesorios (pernos y tuercas) entre el rango de doscientos milímetros (200 mm.) y un metro ochenta y tres (1.83 m.) de diámetro se seguirá la especificación AASHTO M-36.

- **Equipo:**

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de una sub-base granular.

- **Requerimientos de construcción:**

**Calidad de los tubos y del material**

Antes de comenzar los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre y marca del producto que suministrará y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería.

**Manejo, transporte, entrega y almacenamiento**

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Supervisor, serán rechazados, aun cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

- **Método de Construcción:**

**Preparación del terreno base**

Cuando el fondo de la alcantarilla se haya proyectado a una altura aproximadamente igual o, eventualmente, mayor a la del

terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de acuerdo con lo especificado; de manera que la superficie compactada quede ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la alcantarilla.

Requisitos de Resistencia al Aplastamiento y Absorción

Diámetro Interno de Diseño (mm)	Espesor mínimo de pared (mm)	Resistencia Promedio N/m (kg/m)	MTC E 901 Absorción Máxima (%) MTC E 902	Ancho de Solado (m)
450	38	32.4 (3300)	9,0	1.15
600	54	38.2 (3900)	9,0	1.30
750	88	44.1 (4500)	9,0	1.45

Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua, se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para éste fin. No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

La excavación deberá tener una amplitud tal, que el ancho total de la excavación tenga una vez y media (1.5) el diámetro de la alcantarilla.

#### **Solado**

El solado se construirá con material de Sub-base granular. Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de material granular, que cumplan con las características de material para Subbase, de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de espesor compactado, y un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más seiscientos milímetros (600 mm).

#### **Instalación de la alcantarilla**

La alcantarilla TMC, corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La alcantarilla se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, principiando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba.

### **Relleno**

Su compactación se efectuará en capas horizontales de ciento cincuenta a doscientos milímetros (150 mm – 200 mm) de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado de la alcantarilla, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios.

### **Limpieza**

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar, la zona de las obras y sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Supervisor, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

### **Aguas y Suelos agresivos**

Si las aguas que han de conducir las alcantarillas presentan un pH menor de seis (6) o que los suelos circundantes presenten sustancias agresivas, los planos indicarán la protección requerida por ellos, cuyo costo deberá quedar incluido en el precio unitario de la alcantarilla.

## **- Aceptación de los Trabajos:**

### **Controles**

- ✓ Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- ✓ Marcas
- ✓ Comprobar que las alcantarillas y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.
- ✓ Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.

- ✓ Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- ✓ Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.

**Tamaño y variación permisibles**

La longitud especificada de la alcantarilla será la longitud neta del tubo terminado, la cual no incluye cualquier material para darle acabado a la alcantarilla.

**Solado y relleno**

La frecuencia de las verificaciones de compactación será establecida por el Supervisor, quien no recibirá los trabajos si todos los ensayos que efectúe, no superan los límites mínimos indicados para el solado y el relleno.

**- Medición:**

La longitud por la que se pagará, será el número de metros lineales (ml).

**- Pago:**

Será pagada al precio unitario del contrato, por metro lineal (MI).

Ítem de pago	Unidad de Pago
ALCANTARILLAS TMC	Metro lineal (ml)

- ✓ **Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$ .**

(Ver especificaciones de concretos)

- ✓ **Encofrado y desencofrado**

**- Descripción:**

Esta partida comprende el suministro e instalación de todos los encofrados, las formas de madera y/o metal, necesarias para confinar y dar forma al concreto; en el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado en el lapso que se establece más adelante.

- **Materiales:**

Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero. Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme. Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados, no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada.

- **Método de construcción**

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero.

Antes de efectuar los vaciados de concreto, el Supervisor inspeccionará los encofrados con el fin de aprobarlos.

- **Remoción de los encofrados**

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

✓ Estructuras bajo vigas	14 días
✓ Soportes bajo losas planas	14 días
✓ Losas de piso	14 días
✓ Placa superior en alcantarillas de cajón	14 días
✓ Superficies de muros verticales	48 horas
✓ Columnas	48 horas
✓ Lados de vigas	24 horas
✓ Cabezales alcantarillas TMC	24 horas
✓ Muros, estribos y pilares	03 días

- **Acabado y reparaciones**

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado.

- **Limitaciones en la ejecución**

Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

- **Medición:**

El método de medición será el área en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

- **Pago:**

Se pagará el precio unitario por (m<sup>2</sup>).

Ítem de pago	Unidad de Pago
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

✓ **Emboquillado de mamp. de piedra f'c= 175kg/cm2**

- **Descripción:**

Consiste en el suministro de piedras, para ser acomodadas y fijadas con el objeto de formar un pavimento en los cursos de agua, indicado en los planos o fuese ordenado por el Ingeniero Supervisor.

- **Materiales:**

**Piedras:** Las piedras serán de calidad y forma apropiadas, macizas, ser resistentes a la intemperie, durables, exentas de defectos estructurales y de sustancias extrañas y deberán conformarse a los requisitos indicados en los planos.

Pueden proceder de la excavación de la explanación o de fuentes aprobadas y provendrán de cantos rodados o rocas sanas, compactas, resistentes y durables.

**Mortero:** Será de cemento Portland f'c = 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

- **Equipo:**

El equipo empleado para la construcción de enrocados, deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor.

- **Método de Construcción:**

Luego de efectuados los trabajos de excavación para estructuras, se procederán a conformar la superficie mediante equipo pesado.

El grado de uniformidad deberá permitir la colocación del emboquillado de piedra en forma estable y segura.

Se procederán a acumular el material rocoso en cada tramo crítico con cierto acomodo de tal manera que las piedras queden



embebidas en el mortero, hasta que las capas de piedras cumplan con las dimensiones indicadas en los planos del Proyecto.

**- Aceptación de los Trabajos:**

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

**Controles**

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción de los aliviaderos y emboquillados de piedra, cumplan los requisitos de calidad mencionados en la presente especificación.
- Controlar las dimensiones y demás requisitos exigidos a los aliviaderos y emboquillados de piedra.

**Calidad de los materiales**

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de aliviaderos y emboquillados de piedra y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría.
- El desgaste Los Ángeles.

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la presente especificación.

**Calidad del producto terminado**

El Supervisor exigirá que:

- Los aliviaderos y emboquillados de piedra terminados no acusen irregularidades a la vista.
- La distancia entre el eje del proyecto y el borde de los aliviaderos y emboquillados de piedra, no sea menor que la distancia señalada en los planos o modificada por él.

**- Medición:**

Este trabajo será medido en metros cuadrados (m<sup>3</sup>).

- **Pago:**

Se pagará por metro cuadrado (m<sup>3</sup>).

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de pago</b>
EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA F'C 175 KG/CM <sup>2</sup>	Metro cuadrado (m <sup>3</sup> )

### 3.6.6. Señalización

➤ **Señales reglamentarias**

- **Descripción:**

Las señales reglamentarias constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente. Se utilizan para indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la Circulación Vehicular.

- **Materiales:**

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico.

- **Equipo:**

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias.

- **Preparación:**

Se confeccionarán con planchas de fibra de vidrio de 4 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el tamaño será el indicado en los planos de señalización, el fondo de la señal irá con material reflectorizante altas intensidad color blanco, círculo rojo con tinta xerográfica transparente, las letras, números, símbolos y marcas, serán pintados con tinta xerográfica color negro. Se utilizará el sistema de serigrafía.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

- **Postes de fijación de señales:**

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm<sup>2</sup>, tal como se indica

en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos, tuercas y arandelas galvanizadas.

**- Cimentación de los Postes**

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm<sup>2</sup> y dimensiones de 0.60m.x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad.

**- Medición:**

La medición es por unidad (Und).

**- Pago:**

Será pagada al precio unitario del contrato (Und).

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
SEÑALES REGLAMENTARIAS	Unidad (Und)

➤ **Señales preventivas**

**- Descripción:**

Las señales preventivas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Las señales preventivas se usarán para indicar con anticipación, la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando ciertas precauciones necesarias.

- **Materiales:**

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico.

- **Equipo:**

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

- **Preparación de señales preventivas:**

Se confeccionarán en plancha de fibra de vidrio de 4mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, de las medidas indicadas en los planos, el fondo de la señal irá con material reflectorizante alta intensidad amarillo, el símbolo y el borde del marco serán pintados con tinta xerográfica color negro y se aplicará con el sistema de serigrafía.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

El panel de la señal será reforzado con platinas embebidas en la fibra de vidrio según se detalla en los planos.

- **Postes de fijación de señales**

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos.

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm<sup>2</sup>, tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

- **Cimentación de los postes:**

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen

total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm<sup>2</sup> y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

- **Medición:**

El método de medición es por unidad (Und).

- **Pago:**

Será pagada al precio unitario del contrato (Und).

Ítem de pago	Unidad de Pago
SEÑALES PREVENTIVAS	Unidad (Und)

➤ **Señales informativas**

✓ **Postes kilométricos**

- **Descripción:**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes indicativos del kilometraje en los sitios establecidos.

- **Materiales:**

**Concreto**

Los postes serán prefabricados y se elaborarán con un concreto de concreto de f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>. Para el anclaje del poste podrá emplearse un concreto ciclópeo f'c 140 kg/cm<sup>2</sup> + 30 % de piedra mediana.

**Refuerzo**

La armadura de refuerzo cumplirá con lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

**Pintura**

El color de los postes será blanco y se pintarán con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajorrelieve, se hará utilizando esmalte negro y caracteres del alfabeto serie C y letras de las dimensiones mostradas en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

- **Método de Construcción:**

**Fabricación de los postes**

Los postes se fabricarán fuera del sitio de instalación, con un concreto y una armadura que satisfagan los requisitos de calidad y con la forma y dimensiones establecidas para el poste de kilometraje.

**Ubicación de los postes**

Los postes se colocarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o señale el Supervisor, como resultado de mediciones efectuadas por el eje longitudinal de la carretera.

**Excavación**

Las dimensiones de la excavación para anclar los postes en el suelo deberán ser las indicadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

**Colocación y anclaje del poste**

El poste se colocará verticalmente de manera que su leyenda quede perpendicular al eje de la vía. El espacio entre el poste y las paredes de la excavación se rellenará con el concreto de anclaje.

- **Aceptación de los Trabajos:**

**Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- ✓ Comprobar que los materiales y mezclas satisfagan las exigencias de la presente especificación.
- ✓ Verificar que los postes tengan las dimensiones correctas y que su instalación esté conforme con los planos y las exigencias de esta especificación.

**Excavación**

La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

#### **Instalación del poste**

Los postes de kilometraje sólo serán aceptados por el Supervisor.

#### **Dimensiones del poste**

No se admitirán postes cuyas dimensiones sean inferiores a las indicadas en el "Manual de Dispositivos de Control para Tránsito en Calles y Carreteras del MTC".

#### **- Medición:**

Los postes kilométricos se medirán en unidad (Und).

#### **- Pago:**

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. (Und).

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de pago</b>
POSTES KILOMÉTRICOS	Unidad (Und)

### **3.6.7. Transporte de material**

#### **➤ Transporte de Mat. Afirmado hasta 1Km**

(Ver especificaciones Transporte de Mat. Excedente hasta 1Km)

#### **➤ Transporte de Mat. Afirmado > 1Km**

(Ver especificaciones Transporte de Mat. Excedente hasta 1Km)

#### **➤ Transporte de Mat. Granular hasta 1 Km**

(Ver especificaciones Transporte de Mat. Excedente hasta 1Km)

#### **➤ Transporte de Mat. Granular > 1 Km**

(Ver especificaciones Transporte de Mat. Excedente hasta 1Km)

#### **➤ Transporte de Mat. Excedente hasta 1 Km**

#### **- Descripción:**

Bajo estas partidas se considera el material en general que requieren ser transportados de un lugar a otro de la obra.

#### **- Clasificación:**

El transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser:

- ✓ Proveniente de excedentes de corte a botaderos.
- ✓ Escombros a ser depositados en los botaderos.
- ✓ Proveniente de excedentes de corte transportados para uso en terraplenes y sub-bases.
- ✓ Proveniente de derrumbes, excavaciones para estructuras y otros.
- ✓ Proveniente de canteras para terraplenes, sub-bases, bases, enrocados.

**- Materiales:**

Los materiales a transportarse son:

**Materiales provenientes de la excavación de la explanación**

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación y préstamos. También el material excedente a ser dispuesto en botaderos.

**Materiales provenientes de derrumbes**

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción.

**Materiales provenientes de Canteras**

Forma parte de este grupo todos los materiales granulares naturales, procesados o mezclados que son destinados a formar terraplenes, capas granulares de estructuras de pavimentos, tratamientos superficiales.

**- Equipo:**

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.



Los vehículos encargados del transporte deberán en lo posible evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, a fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.

El mantenimiento de los vehículos debe considerar la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes mecánicos, balanceo, y calibración de llantas.

El lavado de los vehículos deberá efectuarse de ser posible, lejos de las zonas urbanas y de los cursos de agua.

**- Método de trabajo:**

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Supervisor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

**- Aceptación de los trabajos:**

**Controles**

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte.
- ✓ Exigir al Contratista la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales.
- ✓ Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales.

**- Medición:**

La unidad de medida será el metro cúbico - kilómetro ( $m^3$ -km).

**- Pago:**

El pago se de esta partida se realizará según la unidad de medida ( $m^3$ km).

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO HASTA 1KM	M <sup>3</sup> -KM
TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO > 1KM	M <sup>3</sup> -KM
TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR HASTA 1KM	M <sup>3</sup> -KM
TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR > 1KM	M <sup>3</sup> -KM
TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE HASTA 1KM	M <sup>3</sup> -KM

### **3.6.8. Mitigación de impacto ambiental**

#### **➤ Acondicionamiento de Botaderos**

##### **- Descripción:**

La partida comprende la disposición y acondicionamiento de material excedente en la zona de los DME, para lo cual se deberá proceder a efectuar el trabajo de manera tal que no disturbe el ambiente natural y más bien se restituyan las condiciones originales, con la finalidad de no introducir impactos ambientales negativos en la zona.

##### **- Método de construcción:**

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar el sobrepeso inducido por el depósito, a fin de evitar asentamientos que pondrían en peligro la estabilidad del lugar de disposición. El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados (revegetación) que permita su posterior uso para las obras de restauración de la zona.

El lugar elegido no deberá perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña quede expuesta a algún tipo de riesgo sanitario ambiental.

Los materiales excedentes que se obtengan de la construcción de la carretera deberán ser retirados en forma inmediata de las áreas de trabajo y colocados en las zonas indicadas para su disposición final.

La disposición de los materiales de desechos será efectuada cuidadosamente y gradualmente compactada por tanda de vaciado, de manera que el material particulado originado sea mínimo.

El depósito de desechos será rellenado paulatinamente con los materiales excedentes. El espesor de cada capa extendida y nivelada no será mayor de 0.50 m o según lo disponga el Supervisor.

Luego de la colocación de material común, la compactación se hará con dos pasadas de tractor de orugas en buen estado de funcionamiento, sobre capas de espesor adecuado, esparcidas de manera uniforme. Si se coloca una mezcla de material rocoso y material común, se compactará con por lo menos cuatro pasadas de tractor de orugas siguiendo además las consideraciones mencionadas anteriormente.

La colocación de material rocoso debe hacerse desde adentro hacia fuera de la superficie para permitir que el material se segregue y se pueda hacer una selección de tamaños. Los fragmentos más grandes deben situarse hacia la parte externa, de tal manera que sirva de protección definitiva del talud y los materiales más finos quedar ubicados en la parte interior del lugar de disposición de materiales excedentes.

Los taludes de los depósitos de material deberán tener una pendiente adecuada a fin de evitar deslizamientos.

Los daños ambientales que origine la empresa contratista, deberán ser subsanados bajo su responsabilidad.

- **Medición:**

Será medido en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

- **Pago:**

Serán pagadas al precio unitario del contrato (m<sup>3</sup>).

Ítem de pago	Unidad de pago
ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

➤ **Restauración de campamento y patio de maquinarias**

- **Descripción:**

Este trabajo consistirá en restaurar las áreas ocupadas por los campamentos levantados.

**- Eliminación de desechos:**

Los desechos serán trasladados a los depósitos de relleno acondicionados para tal fin.

**- Clausura de silos y relleno sanitarios:**

La clausura de silos y rellenos sanitarios, utilizando para ello el material excavado inicialmente, cubriendo el área afectada y compactando el material que se use para rellenar.

**- Eliminación de pisos:**

Deben ser totalmente levantados los restos de pisos que fueron construidos, y éstos residuos se trasladan al depósito de desechos acondicionados en el área.

**- Recuperación de la morfología:**

Se procede a realizar el re-nivelado del terreno, asimismo las zonas que hayan sido compactadas deben ser humedecidos y removidas, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

**- Colocado de una capa superficial de suelo orgánico:**

Se ejecuta utilizando el material superficial (suelo orgánico) de 20 -25 cm., que inicialmente fue retirado y almacenado, antes de la construcción del campamento.

**- Medición:**

La medición es por hectárea (ha).

**- Pago:**

Se efectuará al precio unitario del contrato para la partida.

Ítem de pago	Unidad de pago
RESTAURACIÓN DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MÁQUINARIAS	Hectárea (ha)

➤ **Afectaciones prediales**

**- Descripción:**

La base para realizar las afectaciones prediales, son los levantamientos topográficos del área donde se realizará la obra.

Se hace responsable del posible daño a zonas prediales, las cuales pueden ser viviendas o áreas agrícolas, todo esto durante la ejecución de la obra.

- **Medición:**

La medición es por global (Glb).

- **Pago:**

Se pagará por Global (Glb).

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de pago</b>
AFECTACIONES PREDIALES	Global (Glb)

### 3.6.9. Concretos

- **Descripción:**

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los diferentes tipos de concretos de cemento Portland, agregados finos, agregados gruesos y agua; utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros y estructuras en general.

- **Materiales:**

**Cemento**

El cemento utilizado será Portland. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I o Cemento Portland Normal.

**Agregados**

**(a) Agregado Fino**

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino. El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

### Contenido de sustancias perjudiciales

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas Deleznables	MTC E 212	1.00% máx.
Material que pasa el Tamiz de 75um (N°200)	MTC E 202	5.00 % máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 211	0.50% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ion SO <sub>4</sub>		0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ion Cl <sup>-</sup>		0.10% máx.

#### (b) Agregado Grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del Supervisor. Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

### Contenido de sustancias perjudiciales

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la Muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznables	MTC E 212	0.25% máx.
Contenido de Carbón y lignito	MTC E 215	0.5% máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 202	1.0% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ion SO <sub>4</sub>		0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ion Cl <sup>-</sup>		0.10% máx.

#### (c) Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

#### (d) Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano.

#### (e) Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades

del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

**- Clases de Concreto:**

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado A B	34,3 MPa (350 Kg/cm <sup>2</sup> ) 31,4 MPa (320 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto reforzado C D E	27,4 MPa (280 Kg/cm <sup>2</sup> ) 20,6 MPa (210 Kg/cm <sup>2</sup> ) 17,2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto simple F	13,7 MPa (140 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto ciclópeo G H	17,2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> ) 13,7 MPa (140 Kg/cm <sup>2</sup> ) Se compone de concreto simple Clase E y F, y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo.

**- Equipo:**

**(a) Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto**

Los principales equipos requeridos son los siguientes:

**Equipo para la producción de agregados**

Para el proceso de producción de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, carguío, transporte y producción.

**Equipo para la elaboración del Concreto**

La planta de elaboración del concreto deberá efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas.

Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra.

**(b) Elementos de transporte**

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor.

**(c) Elementos para la colocación del concreto**

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada.

**(d) Vibradores**

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, sin causar segregación de los materiales.

**(e) Equipos varios**

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios como: palas y planchas, bandejas, para hacer correcciones localizadas; cepillos para dar textura superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

**- Aceptación de los trabajos:**

**Controles**

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista, así como que los materiales cumplan los requisitos de calidad.
- ✓ Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- ✓ Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- ✓ Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.



## **Calidad del cemento**

### **(a) Calidad del agua**

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

### **(b) Calidad de los agregados**

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento.

### **(c) Calidad de aditivos y productos químicos de curado**

El Supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad.

### **(d) Calidad de la mezcla**

## **Dosificación**

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- ✓ Agua, cemento y aditivos..... ± 1%
- ✓ Agregado fino ..... ± 2%
- ✓ Agregado grueso hasta de 38 mm..... ± 2%
- ✓ Agregado grueso mayor de 38 mm..... ± 3%

## **Resistencia**

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

### **- Medición:**

El volumen de concreto que será pagado será el número de metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

### **- Pago:**

Será pagada según la unidad de medida de la partida (m<sup>3</sup>).

### 3.7. Análisis de costos y presupuestos

#### 3.7.1. Resumen de metrados

RESUMEN DE METRADOS GENERAL			
PROYECTO	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA – YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY – PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD		
ITEMS	DESCRIPCION	UND	TOTAL
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.01.	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	m2	8.64
01.02.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	25931.01
01.03.	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	Km	5.00
01.04.	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	4.00
01.05.	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2	500.00
01.06.	FLETE RURAL Y TERRESTE	glb	112732.24
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01.	EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO	m3	92709.05
02.02.	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	89336.98
02.03.	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE	m2	37142.92
02.04.	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	ha	3.50
<b>03</b>	<b>AFIRMADO</b>		
03.01.	SUB BASE , e=0.15 m	227	6964.30
<b>04</b>	<b>PAVIMENTOS</b>		
04.01.	BASE GRANULAR e=0.27 m	m3	12034.31
04.02.	IMPRIMACIÓN BITUMINOSA	m2	37142.92
04.03.	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BI-CAPA	m2	37142.92
<b>05</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
<b>05.01</b>	<b>CUNETAS REVESTIDAS DE MAMPOSTERIA</b>		
05.01.01	REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA, e=0.10 m, 1:4+25%PM	m	5000.00
<b>05.02</b>	<b>ALCANTARILLAS DE TMC</b>		
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA ALCANTARILLAS	m	227.00
05.02.02	EXCAVACION DE ALCANTARILLAS	m3	930.06
05.02.03	CAMA DE ARENA e=0.10m	m2	88.75
05.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	125.14
05.02.05	ALCANTARIILLA TMC Ø 32"	m	80.30
05.02.06	ALCANTARIILLA TMC Ø 80"	m	7.00
05.02.07	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 Kg/cm <sup>2</sup> + 30 %PM	m3	65.36
05.02.08	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	403.69
05.02.09	EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	80.58
<b>06</b>	<b>SEÑALIZACION VIAL</b>		
<b>06.01</b>	<b>SEÑALES REGLAMENTARIAS</b>		
06.01.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	35.00
<b>06.02</b>	<b>SEÑALES PREVENTIVAS</b>		

06.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	66.00
<b>06.03</b>	<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>		
06.03.01	POSTES KILOMÉTRICOS	und	6.00
<b>07</b>	<b>TRANSPORTE DEL MATERIAL</b>		
07.01	TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO HASTA UN 1Km	m3-km	5355.00
07.02	TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO > 1 Km	m3-km	20188.35
07.03	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR HASTA UN 1Km	m3-km	8925.00
07.04	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR > 1 Km	m3-km	33647.25
07.05	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 1 Km	m3-km	6853.12
<b>08</b>	<b>MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
08.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3	1280.00
08.02	RESTAURACION DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MÁQUINAS	ha	0.05
08.03	AFECTACIONES PREDIALES	glb	1.00
<b>09</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>		
<b>09.01</b>	<b>ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>		
09.01.01	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00
09.01.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00
<b>09.02</b>	<b>RECURSOS PARA RESPUESTA EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO</b>		
09.02.01	RECURSOS PARA RESPUESTA EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00

### 3.7.2. Presupuesto general

S10

Página

1

#### Presupuesto

Presupuesto 1902003 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA - YAMÁN. DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD  
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUGAY Costo al 18/07/2017  
 Lugar LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRION - CHUGAY

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>159,314.93</b>
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 3.60M x 2.40M	m2	8.64	112.28	970.10
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	25,931.01	25,931.01
01.03	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	KM	5.00	523.50	2,617.50
01.04	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD	mes	4.00	1,658.52	6,634.08
01.05	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	500.00	20.86	10,430.00
01.06	FLETE RURAL Y TERRESTRE	glb	1.00	112,732.24	112,732.24
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>767,065.85</b>
02.01	EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO	m3	92,709.05	2.29	212,303.72
02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	89,336.98	5.68	507,434.05
02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	37,142.92	1.25	46,428.65
02.04	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	HA	3.50	256.98	899.43
03	<b>AFIRMADO</b>				<b>243,820.14</b>
03.01	SUB BASE CON AFIRMADO E=0.15 M	m3	6,964.30	35.01	243,820.14
04	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>986,847.41</b>

04	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>986,847.41</b>
04.01	BASE GRANULAR e = 0.27 m	m3	12,034.31	35.83	431,189.33
04.02	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	37,142.92	3.19	118,485.91
04.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	m2	37,142.92	11.77	437,172.17
05	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>980,454.21</b>
05.01	<b>CUNETAS</b>				<b>896,750.00</b>
05.01.01	REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERÍA e=0.10m 1.4 +35% PM	m	5,000.00	179.35	896,750.00
05.02	<b>ALCANTARILLA TMC</b>				<b>83,704.21</b>
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE ALCANTARILLAS	m	227.00	2.27	515.29
05.02.02	EXCAVACIÓN DE ALCANTARILLAS	m3	930.05	0.94	874.25
05.02.03	CAMA DE ARENA e=0.10m	m2	88.75	42.02	3,729.28
05.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	125.14	28.38	3,551.47
05.02.05	ALCANTARILLA TMC D=32"	m	80.30	303.71	24,387.91
05.02.06	ALCANTARILLA TMC D=80"	m	7.00	835.93	5,851.51
05.02.07	CONCRETO Fc=175 Kg/cm2 + 30% PM	m3	65.36	238.10	15,562.22
05.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	403.89	32.98	13,313.70
05.02.09	EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA Fc=175 Kg/cm2	m3	80.58	197.55	15,918.58
06	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>33,817.52</b>
06.01	<b>SEÑALES REGLAMENTARIAS</b>				<b>12,536.30</b>
06.01.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	35.00	358.18	12,536.30
06.02	<b>SEÑALES PREVENTIVAS</b>				<b>20,700.90</b>
06.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	66.00	313.65	20,700.90
06.03	<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>				<b>580.32</b>
06.03.01	POSTES KILOMÉTRICOS	und	6.00	96.72	580.32
07	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>				<b>164,637.96</b>
05.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	403.89	32.98	13,313.70
05.02.09	EMBOQUILLADO DE MAMP. DE PIEDRA Fc=175 Kg/cm2	m3	80.58	197.55	15,918.58
06	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>33,817.52</b>
06.01	<b>SEÑALES REGLAMENTARIAS</b>				<b>12,536.30</b>
06.01.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	35.00	358.18	12,536.30
06.02	<b>SEÑALES PREVENTIVAS</b>				<b>20,700.90</b>
06.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	66.00	313.65	20,700.90
06.03	<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>				<b>580.32</b>
06.03.01	POSTES KILOMÉTRICOS	und	6.00	96.72	580.32
07	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>				<b>164,637.96</b>
07.01	TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO HASTA 1KM	M3K	5,355.00	4.81	25,757.55
07.02	TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO >1KM	M3K	20,188.35	1.17	23,620.37
07.03	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR HASTA 1 KM	M3K	8,925.00	4.81	42,929.25
07.04	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR > 1 KM	M3K	33,647.25	1.17	39,367.28
07.05	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE HASTA 1KM	M3K	6,853.12	4.81	32,963.51
08	<b>MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>24,027.12</b>
08.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3	1,280.00	2.69	3,443.20
08.02	RESTAURACIÓN DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINARIAS	HA	0.05	11,678.41	583.92
08.03	AFECTACIONES PREDIALES	glb	1.00	20,000.00	20,000.00
09	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				<b>8,500.00</b>
09.01	<b>ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				<b>6,000.00</b>
09.01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
09.01.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
09.02	<b>RECURSOS PARA RESPUESTA EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO</b>				<b>2,500.00</b>
09.02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>3,368,485.14</b>
	<b>GASTOS GENERALES 8.0000%</b>				<b>269,478.81</b>
	<b>UTILIDAD (5.00%)</b>				<b>168,424.26</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>3,806,388.21</b>
	<b>IMPUESTO IGV (18.00%)</b>				<b>685,149.88</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>4,491,538.09</b>

### 3.7.3. Cálculo de partida costo de movilización

7	TRANSPORTE	
07.01.	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO PARA D < 1.00 Km	m3-km
07.02.	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO PARA D > 1.00 Km	m3-km

07.01.	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO PARA D < 1.00 Km	5,355.00	m <sup>3</sup> -km
07.02.	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO PARA D > 1.00 Km	20,188.35	m <sup>3</sup> -km



SUB BASE AFIRMADO																	
INICIO (km)	FIN (km)	Ecuación Empalme (m)	Código Cantera	Ubicación de Canteras (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 150.00 m (km)	Distancia (km)	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	SA (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Momento (m <sup>3</sup> -km)	D<=1km (m <sup>3</sup> -km)	D>1km (m <sup>3</sup> -km)
0+000.00	1+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%		0.15	2.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.15	1,071.00	2,966.67	1,071.00	1,895.67
1+000.00	2+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%		0.15	3.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.15	1,071.00	4,037.67	1,071.00	2,966.67
2+000.00	3+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%		0.15	4.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.15	1,071.00	5,108.67	1,071.00	4,037.67
3+000.00	4+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%		0.15	5.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.15	1,071.00	6,179.67	1,071.00	5,108.67
4+000.00	5+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%		0.15	6.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.15	1,071.00	7,250.67	1,071.00	6,179.67
														5,355.00	25,543.35	5,355.00	20,188.35
														Dist.Medía (km):		4.77	

<b>07.</b>	<b>TRANSPORTE</b>	
07.03.	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D < 1.00 Km	m3-km
07.04.	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D > 1.00 Km	m3-km

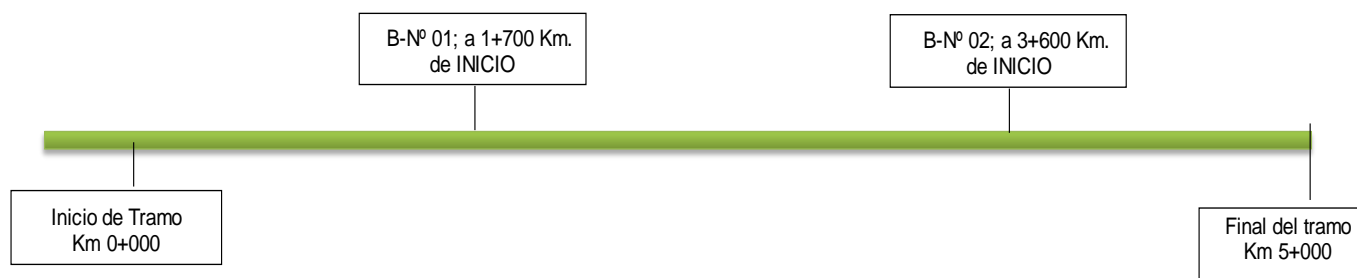
07.03.	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D < 1.00 Km	8,925.00	m <sup>3</sup> -km
07.04.	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D > 1.00 Km	33,647.25	m <sup>3</sup> -km



BASE MATERIAL GRANULAR																	
INICIO (km)	FIN (km)	Ecuación Empalme (m)	Código Cantera	Ubicación de Canteras (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 150.00 m (km)	Distancia (km)	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	SA (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Momento (m <sup>3</sup> -km)	D<=1km (m <sup>3</sup> -km)	D>1km (m <sup>3</sup> -km)
0+000.00	1+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%	-	0.15	2.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.25	1,785.00	4,944.45	1,785.00	3,159.45
1+000.00	2+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%	-	0.15	3.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.25	1,785.00	6,729.45	1,785.00	4,944.45
2+000.00	3+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%	-	0.15	4.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.25	1,785.00	8,514.45	1,785.00	6,729.45
3+000.00	4+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%	-	0.15	5.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.25	1,785.00	10,299.45	1,785.00	8,514.45
4+000.00	5+000.00	-	CANT-1	-2.42	100.00%	-	0.15	6.77	1,000.00	7.000	7,000.00	140.00	0.25	1,785.00	12,084.45	1,785.00	10,299.45
														8,925.00	42,572.25	8,925.00	33,647.25
														<b>Dist.Medias (km):</b>		4.77	

<b>07.</b>	<b>TRANSPORTE</b>	
07.05	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA D < 1.00 Km	m3-km

**07.05 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA D < 1.00 Km 6,853.12 m<sup>3</sup>-km**



INICIO (km)	FIN (km)	Ecuación Empalme (m)	Código Botadero	Ubicación de Botaderos (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 150.00 m (km)	Distancia (km)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Momento (m <sup>3</sup> -km)	D<=1km (m <sup>3</sup> -km)	D>1km (m <sup>3</sup> -km)
0+000.00	1+000.00	-	B-1	1.50	100.00%	0.05	0.15	0.90	3,311.52	2,980.37	2,980.37	-
1+000.00	2+000.00	-	B-1	1.50	100.00%	0.05	0.15	-0.10	-1,202.67	120.27	120.27	-
2+000.00	3+000.00	-	B-1	1.50	100.00%	0.05	0.15	0.90	809.71	728.74	728.74	-
3+000.00	4+000.00	-	B-2	3.50	100.00%	0.05	0.15	-0.10	-2,615.59	261.56	261.56	-
4+000.00	5+000.00	-	B-2	3.50	100.00%	0.05	0.15	0.90	3,069.09	2,762.18	2,762.18	-
									3,372.07	6,853.12	<b>6,853.12</b>	-
									<b>Dist. Media (km):</b>		<b>2.03</b>	

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS**

**A.- MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO**

EQUIPO	PESO (TON/UND)	CANTIDAD	PESO TOTAL	N° VIAJES			
				Cama Baja 25 Ton.	Cama Baja 18 Ton.	Camion Plataforma 19 Ton.	Semi - Trailer 35 Ton.
COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	2.30	1.00	2.30		1		
RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 101-135HP 10-12 ton	9.00	1.00	9.00		1		
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	16.58	1.00	16.58		1		
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	20.52	1.00	20.52	1			
BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD	2.30	1.00	2.30		1		
TRACTOR DE TIRO DE 60 HP	4.32	1.00	4.32		1		
EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y3	63.66	1.00	63.66	1			
MOTONIVELADORA DE 125 HP	11.52	1.00	11.52		1		
Total de viajes				2.00	6.00	0.00	0.00
Duración del viaje IDA (HM)				2.40	2.40	2.40	2.40
FRV : Factor de Retorno al Vacío				1.40	1.40	1.40	1.40
Costo de alquiler de Equipo (S/. / HM)				236.02	226.69	249.06	235.91
MOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)				1,586.05	4,570.07	0.00	0.00
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)				1,586.05	4,570.07	0.00	0.00
SEGUROS DE TRANSPORTE				2,658.43	5,532.25		
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)</b>				<b>20,502.93</b>			

Origen / Destino	Distancia (Km.)	Velocidad (Km./h)	Tiempo (Horas)
Trujillo - Uchubamba	108	45.00	2.40
<b>TOTAL</b>	<b>108</b>		<b>2.40</b>

**B.- MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO**

EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	CANTIDAD	HM (S/.)	Distancia (Km.)	Velocidad (Km./h)	HORAS	PARCIAL (S/.)
CAMION VOLQUETE 15 m3	4	213.09	108.00	45.0	2.40	2,045.66
CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gal	1	121.05	108.00	45.0	2.40	290.52
CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal	1	103.59	108.00	45.0	2.40	248.62



MOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S/.)	2,584.80
DESMOVLIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S/.)	2,584.80
SEGUROS DE TRANSPORTE	258.48
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S/.)</b>	<b>5,428.08</b>

**NOTA :**

El resto de Equipos será transportado en los Volquetes o remolcado por los mismos.

Esta relación no es limitativa, debiendo el Contratista compatibilizarla con la de su propuesta, de tal manera de poder terminar la obra en el plazo planteado

El Seguro de Transporte cubre la movilización y desmovilización de los equipos transportados.

El Equipo de Topografía será transportado en las camionetas.

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>	
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PARCIAL S/.</b>
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS</b>	
A.- MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO	20,502.93
B.- MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	5,428.08
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>25,931.01</b>

<b>CALCULO DEL FLETE</b>				
<b>B.- POR VOLUMEN AGREGADO</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>AFFECTOS IGV</b>	<b>SIN IGV</b>	
ARENA GRUESA	M3	210.90		
PIEDRA CHANCADA 1/2"	M3	72.29		
PIEDRA MEDIANA	M3	375.64		
TIERRA DE CHACRA	M3			70.00
<b>VOLUMEN TOTAL (AGREGADOS)</b>		<b>658.83</b>		<b>70.00</b>
<b>VOLUMEN TOTAL (PIEDRA)</b>		<b>0.00</b>		<b>0.00</b>
<b>CAPACIDAD DEL CAMION ( M3 )</b>		<b>15.00</b>		<b>8.00</b>
<b>NUMERO DE VIAJES</b>		<b>43.92</b>		<b>8.75</b>
<b>REDONDEO NUMERO DE VIAJES</b>		<b>44</b>		<b>9</b>

2.- FLETE TERRESTRE			
MATERIALES	UNIDAD DE TRANSPORTE		AGREGADOS
		DE CANTERA LOCAL	
UNIDAD QUE DA COMPROBANTE		UNIDAD QUE NO DA COMPROBANTE	
CAPACIDAD DEL CAMION ( M3 )	15.00	CAPACIDAD DEL CAMION ( M3 )	8.00
COSTO POR VIAJE S/.	1,800.00	COSTO POR VIAJE S/.	660.00
CAPACIDAD DEL CAMION ( KG )	27,000.00	CAPACIDAD DEL CAMION ( KG )	15,000.00
FLETE POR KG	0.07	FLETE POR M3	82.50
		AFEECTO IGV	SIN IGV
FLETE POR PESO - MATERIALES		16,488.64	
		FLETE POR PESO =	
		Peso Total * Flete por Peso	
FLETE POR VOLUMEN	AGREGADOS	79,059.60	5,775.00
		FLETE POR VOLUMEN =	
		No Viajes * Costos por Viaje	
	TUBERIAS	1,800.00	
COSTO TOTAL FLETE TERR.		<b>97,348.24</b>	<b>5,775.00</b>

RESUMEN FLETE TOTAL			
FLETE	AFEECTO IGV	SIN IGV	TOTAL DE FLETE
FLETE TERRESTRE	97,348.24	5,775.00	<b>103,123.24</b>
FLETE EN ACEMILA ( RURAL )		9,609.00	<b>9,609.00</b>
<b>FLETES TOTALES S/.</b>	<b>97,348.24</b>	<b>15,384.00</b>	<b>112,732.24</b>

### 3.7.4. Desagregado de gastos generales

#### Gastos generales

Presupuesto 0404006 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA, TRAMO UCHUBAMBA - YAMÁN, DISTRITO DE CHUGAY - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

Fecha 18/07/2018

Moneda 01 NUEVOS SOLES

#### GASTOS VARIABLES

227,440.00

#### PERSONAL PROFESIONAL Y AUXILIAR

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
01006	Administrador de Obra	mes	4.00	6,500.00	26,000.00
01012	Ing. Asistente	mes	4.00	5,000.00	20,000.00
01013	Ingeniero Residente	mes	4.00	6,000.00	24,000.00
01014	Especialista en Medio Ambiente	mes	4.00	4,500.00	18,000.00
01015	Especialista en Mecánica de Suelos	mes	4.00	4,500.00	18,000.00
01016	Maestro de Obra	mes	4.00	4,000.00	16,000.00
01017	Topógrafo	mes	4.00	3,500.00	14,000.00

Subtotal

145,000.00

							<b>Subtotal</b>	<b>145,000.00</b>
<b>PERSONAL TECNICO</b>								
Código	Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial	
02003	Almacenero	mes	1.00	100.00	4.00	2,490.00	9,960.00	
02004	Ayudante de Almacen	mes	2.00	100.00	4.00	2,000.00	8,000.00	
02006	Guardianes	mes	2.00	100.00	4.00	2,270.00	9,080.00	
02009	Chóferes	mes	2.00	100.00	4.00	2,600.00	10,400.00	
							<b>Subtotal</b>	<b>37,440.00</b>
<b>ALQUILER DE EQUIPO MENOR</b>								
Código	Descripción	Unidad	Cantidad		Tiempo	Costo	Parcial	
03007	Camioneta Doble Cabina	u	1.00		4.00	3,000.00	12,000.00	
							<b>Subtotal</b>	<b>15,000.00</b>
<b>HOSPEDAJE Y SERVICIOS</b>								
Código	Descripción	Unidad	Cantidad		Tiempo	Costo	Parcial	
24001	Consumo de agua Potable	mes	1.00		4.00	2,000.00	8,000.00	
24002	Consumo de Energía Electrica	mes	1.00		4.00	2,000.00	8,000.00	
24003	Teléfono	mes	1.00		4.00	2,000.00	8,000.00	
							<b>Subtotal</b>	<b>30,000.00</b>
								<b>42,038.81</b>
<b>GASTOS FIJOS</b>								
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>								
Código	Descripción	Unidad	Cantidad		Precio	Parcial		
07004	Ensayos de compactacion de suelos	u	120.00		145.00	17,400.00		
07005	Ensayos Proctor modificado	u	3.00		125.00	375.00		
07008	Ensayo de Granulometría	u	6.00		110.00	660.00		
							<b>Subtotal</b>	<b>18,435.00</b>
<b>VARIOS</b>								
Código	Descripción	Unidad				Parcial		
08011	Liquidación de Obra	est				15,000.00		
08012	Utiles de Escritorio	est				3,181.07		
08013	Almacén y oficina supervisor	gib				3,000.00		
							<b>Subtotal</b>	<b>21,181.07</b>
<b>TRIBUTOS</b>								
Código	Descripción		%Tasa De			Parcial		
10001	SENCICO		0.05 COSTO DIRECTO (3,368,485.14)			2,202.59		
							<b>Subtotal</b>	<b>2,422.74</b>
							<b>Total gastos</b>	<b>269,478.81</b>

Fecha : 18/07/2018 14:55:09

### 3.7.5. Análisis de costos unitarios

Ver anexos

### 3.7.6. Relación de insumos

Ver anexos

### 3.7.7. Fórmula polinómica

Ver anexos

#### IV. DISCUSIÓN

En este proyecto se elaboró con el motivo principal de aportar con el estudio técnico para la mejora de la calidad de vida de los pobladores en los caseríos antes mencionados. Para lograr el presente estudio, se realizaron 4 visitas de campo con la finalidad de realizar la topografía y extraer las muestras de las calicatas ejecutadas para su respectivo estudio de mecánica de suelos en el laboratorio de la UCV.

Después del recojo de los resultados, estos arrojaron que: del km 00+000 hasta km 05+000 de la carretera tienen un suelo de grava arcillosa con arena (GC). Así mismo arroja un CBR al 95% entre el 34.14% y 33.93% en lo largo del tramo en estudio (subrasante), suelo de condición pobre el cual lo ubica en la categoría de S1: subrasante pobre según lo normado por el Ministerio de transportes y comunicaciones: manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. De igual manera se determinó que para el material de la cantera que se utilizará como afirmado para el mejoramiento de la carretera tramo Uchubamba – Yamán, el cual se encuentra ubicado en la progresiva km 23+600, el CBR al 95% obtenido es de 50.86%; se cumple con los requisitos para considerarse como material de afirmado. La cantera es de libre disponibilidad, es material suelto y no se necesitaría usar explosivos para su extracción de material, tiene un fácil acceso para las maquinarias pesadas y solo es necesario una trituradora y su respectivo zarandeo. Se realizará para el pavimentado, un tratamiento bicapa de 2.5cm de espesor, base granular (afirmado) de 20cm y como subbase (hormigón) de 30cm

Con respecto a la topografía, se efectuó el levantamiento topográfico de 5km del tramo en estudio, presentándose pendientes transversales al eje de la vía niveladas en general y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 2% y 4 %. También se consideró una pendiente máxima de 10% basándose en lo establecido en el manual de carreteras: Diseño geométrico de carreteras DG-2014, con la finalidad de hacer eficiente el trazo de la carretera.

Para el estudio hidrológico pluviométrico y cuencas, permitió calcular las dimensiones de las obras de arte proyectadas, las cuales se detallan a continuación: para las cunetas sus dimensiones serán de 0.40 m x 0.76 m (base) de espejo de agua, para las alcantarillas de alivio se proyectaron 7 tuberías, tipo TMC Ø 32”, para la alcantarilla de paso se proyectaron 01 tubería, tipo TMC Ø 72”. Estos resultados se obtuvieron con la normatividad establecida en el “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transporte y comunicaciones, 2014.

En el diseño geométrico de la vía se consideraron los siguientes criterios: carretera de tercera clase, terreno ondulado (orografía tipo 2). Así mismo se estableció una velocidad directriz de 30 km/h, pendientes máximas de 10% y otros parámetros especificados en su capítulo respectivo. Siendo estas las características geométricas mínimas de una carretera a pavimentar de acuerdo al diseño geométrico de carreteras DG-2014 del Manual del ministerio de transportes y comunicaciones

Para el estudio de impacto ambiental, se establece la existencia de impactos negativos, como, por ejemplo: desestabilización del suelo por los cortes que se realizarán en ciertos tramos del terreno durante la ejecución de la carretera; así como también los impactos positivos, donde se tuvo en cuenta el desarrollo socio cultural y económico de los caseríos en estudio, para que de esta manera se mejore el nivel de vida, tanto para los trasportistas, pobladores, transeúntes y turistas.

## V. CONCLUSIONES

- Se efectuó el levantamiento topográfico de 5km del tramo en estudio, presentándose pendientes transversales al eje de la vía niveladas en general y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 5.5% y 7 %; calificándose como terreno accidentado. Se consideró una pendiente máxima de 10% basándose en lo establecido en el manual de carreteras: Diseño geométrico de carreteras DG-2014, con la finalidad de facilitar el trazo de la carretera.
- De acuerdo a los resultados del estudio de mecánica de suelos, este determinó que: del km 00+000 hasta km 05+000 de la carretera tienen un suelo de grava arcillosa con arena (GC). Así mismo arroja un CBR al 95% entre el 34.14% y 33.93% en lo largo del tramo en estudio (sub rasante), suelo de condición pobre el cual lo ubica en la categoría de S1: subrasante pobre según lo mencionado por el Ministerio de transportes y comunicaciones: manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.
- De igual manera se determinó que para el material de la cantera que se utilizará como afirmado para el mejoramiento de la carretera tramo Uchubamba – Yamán, el cual se encuentra ubicado en la progresivo km 23+600, el CBR al 95% obtenido es de 50.86%; cumpliendo con los requisitos para material de afirmado. La cantera es de libre disponibilidad, es material suelto y no se necesitaría usar explosivos para su extracción de material, tiene un fácil acceso para las maquinarias pesadas y solo es necesario una trituradora y su respectivo zarandeo.
- El pavimento poseerá la siguiente estructura que relaciona el número estructural con los espesores de capa: tratamiento superficial bicapa de 2.5 cm, base granular (afirmado) de 15.0 cm y sub base (hormigón) de 27.0 cm.
- El estudio hidrológico pluviométrico y de las cuencas ha permitido calcular las dimensiones de las obras de arte proyectadas, las cuales se detallan a continuación:
  - ✓ Para las cunetas sus dimensiones serán de 0.40 m x 0.76 m (base) de espejo de agua.
  - ✓ Para las alcantarillas de alivio se proyectaron 11 tuberías, tipo TMC Ø 32”.

- ✓ Para la alcantarilla de paso se proyectaron 01 tubería, tipo TMC Ø 80”.
- Para el diseño geométrico de la vía se consideraron los siguientes criterios: carretera de tercera clase, terreno accidentado (orografía tipo 3) siendo estas las características geométricas mínimas de una carretera a pavimentar de acuerdo al manual de diseño geométrico de carreteras DG-2014 del manual del ministerio de transportes y comunicaciones. Así mismo se estableció una velocidad directriz de 30 km/h, pendientes máximas de 10% y otros parámetros especificados en su capítulo respectivo.
- Para el estudio de impacto ambiental, se considera la existencia de impactos negativos, como, por ejemplo: desestabilización del suelo por los cortes que se realizarán en ciertos tramos del terreno durante la ejecución de la carretera; así como también los impactos positivos, donde se tuvo en cuenta el desarrollo socio cultural y económico de los caseríos en estudio, para que de esta manera se mejore el nivel de vida, tanto para los trasportistas, pobladores, transeúntes y turistas.
- El presupuesto de la obra vial es:
 

✓ Costo Directo	:	S/. 3'368,485.14
✓ Gastos Generales (8.00%)	:	S/. 269,478.81
✓ Utilidad (5.00%)	:	S/. 169,424.26
✓ Subtotal	:	S/. 3'806,388.21
✓ IGV (18%)	:	S/. 685,149.88
✓ Presupuesto de Obra	:	S/. 4'491,538.09

Son: Cuatro millones cuatrocientos noventa y un mil quinientos treinta y ocho 09/100 nuevos soles.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar el estudio de investigación para el tema de mantenimiento de conservación de la carretera y sus obras de arte, como es el caso de las alcantarillas y las cunetas.
- Instalar la señalización vertical a lo largo del tramo de la carretera para reglamentar, informar y prevenir los posibles peligros en el trayecto de la vía.
- Mantener una actitud vigilante de monitoreo a las acciones realizadas en obra, con el fin de controlar los impactos negativos que generen al medio ambiente producidos durante y después de ejecutar la obra.
- De encontrarse otra alternativa a la cantera estudiada será debidamente sustentada por el contratista que lo ejecute.
- Realizar el mantenimiento preventivo y rutinario en los tiempos necesarios para evitar el deterioro de la vía:
  - ✓ Realizar evaluaciones superficiales del pavimento como: Inventario de Condición (al menos una vez al año) y medición de rugosidad (al menos una vez cada 2 años).
  - ✓ Realizar evaluaciones estructurales del pavimento como deflexiones la cual se efectúa cada 4 años.
  - ✓ Se debe efectuar renovación superficial periódicamente mediante sellos asfálticos (cada 3 o 4 años).



## VII. REFERENCIAS

- JIMÉNEZ Gonzalo, Cleves. Topografía para Ingenieros Civiles. Armenia. 2007.
- PERU. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. DG – 2014: Manual de Diseño de Geométrico. Lima. 2014.
- PERÚ. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima. 2014
- PERÚ. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima. 2011.
- PERÚ. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Lima. 2016.
- VILLÓN BEJAR, Máximo. “Consideraciones de Diseño e hidráulicas de Alcantarillas, así como el procedimiento de cálculo de alcantarilla” “Diseño de Estructuras Hidráulicas” 3º edición, Villón, 2005. P. 155 - 167.
- PERÚ. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual para el Diseño de Caminos Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. Lima 2015.
- PERU. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima. 2013. 54 págs. Versión Actualizada junio de 2013.
- Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción. Lima. 2013.

# **ANEXOS**

# **ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

# **RELACIÓN DE INSUMOS**

# FÓRMULA POLINÓMICA

# PLANOS